

216



TOM FRISK (toim.)

## NOKIAN ALISENJÄRVEN NEUTRALOINTISELVITYS

LOPPURAPORTTI

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS  
TAMPEREEN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRI  
Helsinki 1995





**216**

TOM FRISK (toim.)

## **NOKIAN ALISENJÄRVEN NEUTRALOINTISELVITYS**

LOPPURAPORTTI

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS  
TAMPEREEN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRI  
Helsinki 1995

Kansikuva: Koeravustus, Nokian Alinenjärvi  
Kuva: Matti Rask

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA koskevat tilaukset:  
Painatuskeskus Oy, PL 516, 00101 Helsinki  
puh. (90) 566 0266

ISBN 951-53-0174-2  
ISSN 0786-9592

Helsinki 1995



## KUVAILULEHTI

Julkaisija  
Vesi- ja ympäristöhallitus ja  
Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri

Julkaisun päivämäärä  
Helmikuu 1995

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)  
Tom Frisk (toim.)

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)  
Nokian Alisenjärven neutralointiselvitys - loppuraportti  
(Neutralisering av sjön Alinen i Nokia - utredningens slutrapport)

Julkaisun laji  
Tutkimusraportti

Toimeksiantaja

Toimielimen asettamispyvm

Julkaisun osat

#### Tiivistelmä

Valtakunnallisen neutralointiprojektin tärkeimpiä kohdejärvi oli Nokian Alinenjärvi. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kalkituksen vaikutuksia veden laatuun, kala- ja rapukantoihin sekä järven virkistyskäyttöön. Valittu kalkitusmenetelmä oli kalkkijauheen levittäminen suoraan veteen puhaltamalla. Suora järvikalkitus ei tuota pysyvää vaikutusta ja se joudutaan määrääjain uusimaan. Menetelmä valittiin lähinnä siksi, että suorat järvikalkitukset ovat ainoa realistinen mahdollisuus, mikäli Suomessa päädytään laajamittaisiin kalkituksiin.

Levitetystä kalkista runsas neljännes liukeni nopeasti ja hieman alle puolet puolessatoista vuodessa. Kalkitus vaikutti pH- ja alkaliniteettiarvoihin sekä veden kalsiumpitoisuuteen kohottavasti eikä sillä ollut haitallista rehevöittävää vaikutusta. Vaikutukset kala- ja rapukantoihin näkyvät pitkän ajan kuluessa ja niiden selvittäminen vaatii jatkoseurantaa. Järvellä on huomattava virkistyskäyttöarvo, ja alueen asukkaiden suhtautuminen kalkituksiin on myönteinen.

#### Asiasanat (avainsanat)

Kalkitus, neutralointi, virkistyskäyttö, rapu, kalasto

#### Muut tiedot

##### Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja  
- sarja A 216

##### ISBN

951-53-0174-2

##### ISSN

0786-9592

##### Kokonaissivumäärä

103

##### Kieli

Suomi

##### Hinta

##### Luottamuksellisuus

Julkinen

##### Jakaja

Painatuskeskus Oy  
PL 516, 00101 Helsinki

##### Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus  
PL 250, 00101 Helsinki

## PRESENTATIONSBLAD

## Utgivare

Vatten- och miljöstyrelsen och  
Tammerfors vatten- och miljödistrikt

## Utgivningsdatum

Februari 1995

## Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)

Tom Frisk (red.)

## Publikation (även den finska titeln)

Neutralisering av sjön Alinen i Nokia - utredningens slutrapport  
(Nokian Alisenjärven neutralointiselvitys - loppuraportti)

## Typ av publikation

Forskningsrapport

## Uppdragsgivare

## Datum för tillsättandet av organet

## Publikationens delar

## Referat

Sjön Alinen i Nokia var en av de viktigaste sjöarna i det riksomfattande neutraliseringsprojektet. Målsättningen var att utreda hur kalkningen inverkar på vattnets kvalitet, på fisk- och kräftstammarna samt på sjöns rekreativsvärde. Kalkningen utfördes genom att blåsa ut kalkmjölet direkt i vattnet. Den direkta sjökalkningens verkan är inte permanent, och kalkningen måste upprepas. Den här kalkningsmetoden studerades därför att den är det enda realistiska alternativet för omfattande kalkningar i Finland.

En dryg fjärdedel av den utbredda kalkmängden löstes snabbt upp, och knappt hälften inom loppet av 18 månader. Kalkningen ledde till högre pH- och alkalinitetsvärden och högre kalsiumhalt. Ingen skadlig eutrofieringsverkan kunde skönjas. Fortsatta observationer behövs för att utreda inverkan på fisk- och kräftstammarna, eftersom den syns först på lång sikt. Sjöns rekreativsvärde är stort, och invånarna i området är positivt inställda till kalkningen.

## Sakord (nyckelord)

Kalkning, neutralisering, rekreativsvärde, kräfta, fisk

## Övriga uppgifter

## Seriens namn och nummer

Vatten- och miljöförvaltningens publikationer  
- serie A 216

## ISBN

951-53-0174-2

## ISSN

0786-9592

## Sidantal

103

## Språk

Finska

## Pris

## Sekretessgrad

Offentlig

## Distribution

Tryckericentralen Ab  
PB 516, FIN-00101 Helsingfors, Finland

## Förlag

Vatten- och miljöstyrelsen  
PB 250, FIN-00101 Helsingfors, Finland



## DOCUMENTATION PAGE

*Published by*  
National Board of Waters and the Environment and  
Tampere Water and Environment District

*Date of publication*  
February 1995

*Author(s)*  
Tom Frisk (ed.)

*Title of publication*  
Neutralization project of Lake Alinenjärvi, Nokia - final report

*Type of publication*  
Research report

*Commissioned by*

*Parts of publication*

#### *Abstract*

One of the most important case study lakes in the national research programme on neutralization of waters was Lake Alinenjärvi in Nokia, not far away from the city of Tampere. The aim of the study was to investigate the effects of liming on water quality, fish and crayfish stocks as well as on the recreational use of the lake. The method applied in liming was direct blowing of lime with compressed air to the lake. This method cannot produce a permanent effect but liming must be repeated at certain intervals. The method was selected because it is the only realistic possibility if an extensive liming programme will be carried out in Finland.

Slightly more than one fourth of the lime applied was dissolved rapidly and about one half in one and a half years' time. The liming raised pH and alkalinity values and calcium concentrations and it had no harmful effects on the trophic status of the lake. The effects on fish and crayfish stocks can be seen only after a long time and it will require a long-term monitoring effort to detect them. The recreational value of the lake is remarkable and the local inhabitants have a positive attitude towards liming.

#### *Keywords*

Liming, neutralization, recreation, crayfish, fish

#### *Other information*

*Series (key title and no.)*  
Publications of Water and Environment  
Administration - series A 216

*ISBN*  
951-53-0174-2

*ISSN*  
0786-9592

*Pages*  
103

*Language*  
Finnish

*Price*

*Confidentiality*  
Public

*Distributed by*  
Painatuskeskus  
P.O. Box 516, FIN-00101 Helsinki, Finland

*Publisher*  
National Board of Waters and the Environment  
P.O. Box 250, FIN-00101 Helsinki, Finland





# SISÄLLYS

1	JOHDANTO <i>Tom Frisk</i>	9
2	ALISENJÄRVEN JÄRVIKETJU <i>Pasi Iivonen ja Jaakko Mannio</i>	10
2.1	Nokian Alisenjärven valuma-alue	10
2.2	Alinenjärvi	13
3	ALISENJÄRVEN HAPPAMOITUMINEN <i>Pasi Iivonen ja Jaakko Mannio</i>	13
3.1	Happamoitumiskehitys Alisessajärvessä	13
3.2	Happamat episodit Alisessajärvessä	15
4	KALKITUKSEN TOTEUTUS <i>Jouko Havu ja Tom Frisk</i>	16
5	KALKITUKSEN FYSIKAALISET JA KEMIAALLISET VAIKUTUKSET ALISESSAJÄRVESSÄ <i>Pasi Iivonen ja Jaakko Mannio</i>	17
5.1	Aineisto ja menetelmät	17
5.2	Valuntaolosuhteet tutkimusajanjaksona 1991-1993	18
5.3	Tulokset ja niiden tarkastelu	20
5.3.1	Kalkkikivijauheen välitön liukeneminen	20
5.3.2	Väriluku, orgaaninen hiili ja näkösyvyys	20
5.3.3	Lämpötilakerrostuminen ja happipitoisuus	21
5.3.4	Alkaliniteetti, pH ja kalsiumpitoisuus	23
5.3.5	Alumiini, rauta ja mangaani	26
5.3.6	Myrkyllinen alumiini Alisessajärvessä vuonna 1993	29
5.3.7	Fosfori ja typpi	31
5.3.8	Magnesium, kalium, natrium, sulfaatti ja kloori	33
5.3.9	Arvio liuenneen kalkkikivijauheen määrästä vuosina 1992-1993	34
5.4	Johtopäätökset	36
6	ALISENJÄRVEN HYDROBIOLOGISET TUTKIMUKSET <i>Martti Rask, Pasi Iivonen, Teuvo Järvenpää, Jaakko Mannio, Kari Nyberg ja Eira Railo</i>	37
6.1	Tutkimusten tausta	37
6.2	Menetelmät	37
6.3	Tulokset ja niiden tarkastelu	39
6.3.1	Kasviplankton	39
6.3.2	<i>Ophrydium sp.</i> -alkueläin	43
6.3.3	Päällyslevästö	43
6.3.4	Eläinplankton	44
6.3.5	Pohjaeläimet	46
6.3.6	Kalat	49
6.3.7	Kalojen elohopeapitoisuus	53

6.3.8	Rapu	55
6.4	Johtopäätökset	58
7	ALISENJÄRVEN KALKITUS JA VIRKISTYSKÄYTTÖ - POSTIKYSELYTUTKIMUS <i>Antti Lappalainen</i>	59
7.1	Johdanto	59
7.2	Aineisto ja menetelmät	60
7.2.1	Tutkimusalue	60
7.2.2	Otanta ja kyselylomake	61
7.2.3	Vastausaineisto	62
7.2.4	Tulosten analysointi	62
7.3	Tulokset ja niiden tarkastelu	63
7.3.1	Yleisiä jakaumatietoja vastaajista	63
7.3.2	Alisenjärven virkistyskäyttö	64
7.3.3	Alisenjärven kalkitushanke	69
7.4	Johtopäätökset	74
8	ALISENJÄRVEN HAPPAIMOITUMISEN JA KALKITUKSEN MERKITYKSESTÄ JÄRVEN VIRKISTYSKÄYTÖLLE - HAASTATTELUTUTKIMUS <i>Kari Pitkänen</i>	75
8.1	Johdanto	75
8.2	Aineisto ja menetelmät	76
8.3	Tulokset ja niiden tarkastelu	78
8.3.1	Alisenjärven merkitys aktiivikäyttäjille	78
8.3.2	Happamoitumisen kokeminen	80
8.3.3	Suhtautuminen hoitokalkitukseen	82
8.3.4	Kenelle ympäristönsuojelu kuuluu - vastuunkannon vaikeus	83
8.4	Johtopäätökset	85
9	ALISENJÄRVEN VALUMA-ALUEKALKITUSPROJEKTI <i>Tapani Sallantaus ja Heikki Kaipainen</i>	86
10	YHTEENVETO JOHTOPÄÄTÖKSISTÄ <i>Tom Frisk</i>	91
	KIRJALLISUUS	93
LIITE 1	Postikyselytutkimuksen kyselylomake	100



# 1 JOHDANTO

**Tom Frisk**

Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri

Nokian Alinenjärvi on ollut valtakunnallisen neutralointiselvityksen (Iivonen ja Kenttämies 1995) tärkeimpiä kohdejärviä. Neutralointiselvityksen tiedonhankintaa keskitettiin suuressa määrin juuri Alisellejärvelle, joka oli tarkoitukseen sovelias kohdejärvi. Järvi sijaitsee Nokialla melko lähellä kaupungin keskustaa asutuksen välittömässä läheisyydessä, joten järvellä on huomattava virkistyskäyttöarvo. Siten järvi soveltuu hyvin sosioekonomisten tutkimusten kohteeksi. Järvessä on perinteisesti ollut hyvä rapukanta, joka on kuitenkin selvästi heikentynyt aivan ilmeisesti happamoitumisen takia. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksella (RKTL) oli ollut jo aiemmin tutkimusaktiviteettia Aliselläjärvellä. Alisenjärven happamoituminen on johtunut suurimmaksi osaksi paikallisista kuormituslähteistä, joiden happamoittava kuormitus on selvästi vähentynyt. Kalkituksen avulla on siten mahdollista myös pysyvästi parantaa Alisenjärven tilaa.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kalkituksen vaikutuksia veden laatuun, kala- ja rapukantoihin sekä järven virkistyskäyttöön. Tutkimuksen tuloksia hyödynnetään valittaessa valtakunnallista neutralointistrategiaa, kehitettäessä vesistöjen neutraloinnin asiantuntijajärjestelmiä sekä kehitettäessä kalkitusosamalleja vesistöjen happamoitumismalleja kuvaaviin vedenlaatumalleihin.

Alisenjärven neutralointiselvitys toteutettiin osana valtakunnallista neutralointiselvitystä vuosina 1991-1995. Neutraloinnin vaikutukset ovat pitkäaikaisia eikä riittävää kuvaa vaikutuksista pystytä saamaan muutaman vuoden tutkimuksella. Alisenjärven neutraloinnin vaikutusten selvittäminen jatkuu ympäristöhallinnossa sekä RKTL:ssä seurantatyyppisenä toimintana. Alisenjärven projektiin liittyy läheisesti tämän raportin luvussa 9 käsiteltävä valuma-aluekalkitusprojekti, joka ei kuitenkaan varsinaisesti kuulu Alisenjärven neutralointiselvitykseen.

Alisenjärven projektiryhmään kuuluivat Tampereen vesi- ja ympäristöpiiristä (Tavy) tutkimusprojektin vetäjä MMT Tom Frisk, DI Jouko Havu sekä MML Tapani Sallantaus. Vesi- ja ympäristöhallituksen vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksesta (VYL) ryhmään kuuluivat MMK Pasi Iivonen ja MMK Jaakko Mannio ja RKTL:sta FT Martti Rask, FK Teuvo Järvenpää sekä FK Antti Lappalainen. Edellä mainittujen lisäksi useat muut tutkijat, asiantuntijat ja avustavat henkilöt ovat edistäneet projektin toteutumista. Projektiryhmän ohella tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet FK Eira Railo (RKTL), MMK Kari Nyberg (Helsingin yliopiston limnologian ja ympäristönsuojelun laitos), YTK Kari Pitkänen (Tampereen yliopiston sosiologian ja sosiaalipsykologian laitos) sekä apulaistutkija Heikki Kaipainen (Tavy). DI Petri Jokela (Tavy) osallistui loppuvaiheessa raportin toimittamiseen.

Työjako eri laitosten välillä projektissa oli seuraava: Tavy vastasi selvityksen koordinoinnista ja johtamisesta, pääosasta veden laadun tarkkailua ja hydrologista seurantaa sekä kalkituksen käytännön toteuttamisesta. VYL vastasi vedenlaatatutkimuksista,

planktontutkimuksista, kalojen elohopeatutkimuksista sekä osasta näytteiden analysointia. RKTL vastasi kala- ja rapututkimuksista sekä sosioekonomisista tutkimuksista (virkistyskäytön postikysely- ja haastattelututkimukset). Muista yhteistyötahoista projektissa kannattaa mainita Nokian kaupunki sekä Oy Nordkalk Ab. Projekti toteutettiin valtakunnallisen neutralointiseurantaryhmän valvonnassa.

## 2 ALISENJÄRVEN JÄRVIKETJU

**Pasi Iivonen ja Jaakko Mannio**

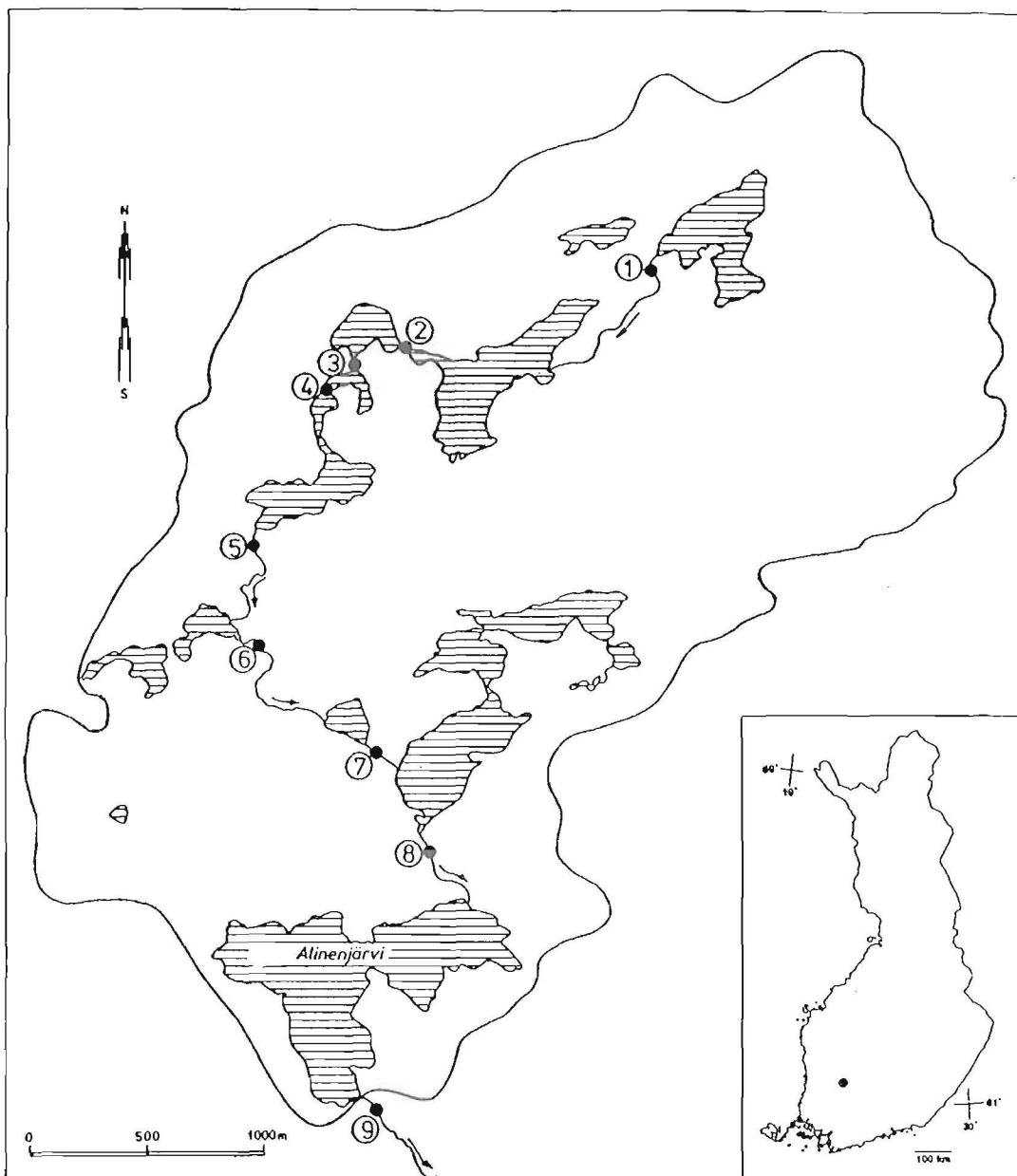
Vesi- ja ympäristöhallitus

### 2.1 Nokian Alisenjärven valuma-alue

Kokemäenjoen vesistöalueeseen kuuluva Nokian Alisenjärven valuma-alue on kooltaan 9,7 km<sup>2</sup> ja sijaitsee 135-180 metrin korkeudella merenpinnasta. Valuma-alueella on kymmenkunta järveä: Pitkälampi, Ruokejärvi, Kalliojärvi, Pieni Porrasjärvi, Porrasjärvi, Juottojärvi, Heinijärvet, Ylisenjärvenlampi, Ylinenjärvi ja Alinenjärvi (kuva 1). Näistä Heinijärvet koostuu kahdesta erillisestä osasta ja Ylinenjärvi kolmesta lähes erillisestä altaasta. Pitkälampi ei varsinaisesti sisälly järviketjuun, sillä siitä ei ole laskuojaa Ruokejärveen. Valuma-alueen järvisyys on 13 %. Alinenjärvi on ketjun suurin järvi. Sen lähivaluma-alue kattaa 2,3 km<sup>2</sup>, joten 3/4 valunnasta tulee Aliseenjärveen järviketjun kautta.

Valuma-alueen maaperä on pääosin karkeaa moreenia ja maakerrös on monin paikoin hyvin ohut. Valuma-alueen pinta-alasta on suota (syvyys > 0,3 m) 15 %. Kallioperä on valtaosaltaan porfyriittistä granodioriittia. Valuma-alueella ovat vallitsevina havupuut, ja metsien ikärakenne vaihtelee mäntytaimikoista yli 100-vuotiaisiin kuusikoihin. Valuma-alueella on toteutettu soiden ojituksia, metsien kasvatuslannoituksia ja ojitettujen soiden peruslannoituksia. Sen sijaan metsien uudistusalueilla ei ole toteutettu maaperän muokkauksia. Tutkimusjanjaksona on valuma-alueella toteutettu joitakin metsien hakkuita.

Ketjun järvet ovat niukkaravinteisia, kohtalaisen happamia, ruskeahkoja ja melko runsaasti alumiinia sisältäviä (taulukko 1). Syksyn 1991 mittauksissa veden happamuus vaihteli välillä pH 5,0-5,8 ja alumiinipitoisuus 156-286 µg l<sup>-1</sup>. Mitattu happamuus yhdessä myrkyllisen alumiinin määrän kanssa on tasolla, joka HAPRO-tutkimusten tulosten perusteella todennäköisesti aiheuttaa vauriota ainakin särkikannoille. Havaintojen mukaan ainakin Alisenjärven ja Ylisenjärven särkikannat ovat kärsineet happamoitumisesta.



Kuva 1. Nokian Alisenjärven valuma-alue. Järvet on numeroitu poistuvan veden havaintopisteiden perusteella: 1 = Ruokejärvi, 2 = Kalliojärvi, 3 = Juottojärvi, 4 = Pieni Porrasjärvi, 5 = Porrasjärvi, 6 = Heinijärvi, 7 = Ylisenjärvenlammi, 8 = Ylinenjärvi, 9 = Alinenjärvi

Taulukko 1. Alisenjärven järviketjun vedenlaatu luusuasta mitattuna vuonna 1991. Järvet järjestyksessä ketjun ylhäältä alaspäin. Järvien numerointi, ks. kuva 1.

No, Järvi	pH	Gran- alkal. (mekv l <sup>-1</sup> )	Ca (mg l <sup>-1</sup> )	Al (µg l <sup>-1</sup> )	TOC (mg l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	P (µg l <sup>-1</sup> )
1 Ruokejärvi	4,9 <sup>a</sup> /5,0 <sup>b</sup>	< 0	1,8/1,9	258/286	8,3/10,2	7,1/6,4	5/6
2 Kalliojärvi	4,9/5,1	< 0	1,1/1,6	231/212	4,6/6,8	6,4/6,6	3/5
3 Juottojärvi	4,8/5,0	< 0	1,7/1,7	259/216	7,5/7,7	7,0/6,6	6/6
4 Pieni Porrasjärvi	4,7/5,0	< 0	1,6/1,7	253/230	8,4/7,9	6,9/6,6	6/9
5 Porrasjärvi	4,8/5,2	< 0/0,00	1,8/1,8	257/214	8,4/8,0	7,0/6,5	10/10
6 Heinijärvi	4,8/5,2	< 0/0,00	1,9/2,0	259/226	9,3/9,2	6,9/6,3	11/10
7 Ylisenjärvenlammi	4,7/5,1	< 0/0,00	2,1/2,2	438/267	10,6/10,2	7,2/6,3	10/9
8 Ylinenjärvi	5,1/5,6	< 0/0,02	2,1/2,3	364/200	8,0/7,5	7,1/6,6	10/9
9 Alinenjärvi	5,4/5,8	0,01/0,02	2,6/2,8	207/156	5,9/6,6	7,3/7,2	7/11

<sup>a</sup> Kevätnäyte 16.4.1991

<sup>b</sup> Syysnäyte 16.10.1991

## 2.2 Alinenjärvi

Alisenjärven pinta-ala on 45 ha ja se koostuu kahdesta osa-altaasta (kuva 2). Järven tilavuus on 1,24 milj. m<sup>3</sup>, keskimisyvyys 2,8 m ja teoreettinen viipymä n. 0,5 vuotta.

Syvämmän - itäisen - altaan pinta-ala on 16 ha, maksimisyvyys 14 m sisältäen 60 % koko vesimäärästä. Vastaavasti matalan läntisen altaan pinta-ala on 29 ha, maksimisyvyys 3 m ja vesimäärän osuus 40 %.



Kuva 2. Alisenjärven järivialtaan syvyysuhteet.

## 3 ALISENJÄRVEN HAPPAMOITUMINEN

Pasi Iivonen ja Jaakko Mannio

Vesi- ja ympäristöhallitus

### 3.1 Happamoitumiskehitys Alisessä järvestä

Mallitutkimusten avulla on arvioitu Alisenjärven happamoitumisen määrää ja kehitysnäkymiä (Iivonen ym. 1993). Aikakehityksen huomioivalla SMART-mallilla (DeVries ym. 1989) tutkittiin alentuneen rikkilaskeuman vaikutuksia Alisenjärven valuma-alueella.

Lisäksi täydennettiin ns. kriittisen kuormituksen suuruusarviota massatasapainoon perustuvan laskentamenetelmän (Posch ym. 1993) avulla.

Rikkilaskeuman arvioitiin HAKOMA-mallin (Johansson ym. 1990) tulosten perusteella vähentyneen selvästi 1980-luvulla ja olevan nykyisin noin  $0,6 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1} \text{ S}$ . Laskeumalle oletettiin tulevaisuudessa kaksi vaihtoehtoa: 1) nykyiset päästörajoitussuunnitelmat toteutetaan Euroopassa (CRP) sekä 2) toteutetaan tiukimmat mahdolliset päästörajoitukset Euroopassa (MFR).

Mallilaskelmien tulokset esitetään kuvassa 3 ja taulukossa 2. Niiden perusteella Alisenjärven alkuperäinen pH-taso olisi ollut hieman 6:n yläpuolella ja alkaliniteetti tasolla  $0,05 \text{ mekv l}^{-1}$ . Vuonna 1991 Alisenjärven luusuan mitatut vuosikeskiarvot olivat vastaavasti pH 5,6 ja alkaliniteetti  $0,018 \text{ mekv l}^{-1}$ . Kriittisen kuormituksen taso, joka turvaa ahvenkannan hyvinvoinnin - tällöin emäskationien ja vahvojen happojen anionien erotuksen (ANC) on oltava vähintään  $20 \text{ } \mu\text{ekv l}^{-1}$  (Lien ym. 1991) - , edellyttää rikkilaskeuman pientymistä tasolle  $0,5 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1} \text{ S}$ . Tiukempi raja, joka turvaa teoriassa 95 % särkikannoista vaurioitta eli  $\text{ANC} \geq 40 \text{ } \mu\text{ekv l}^{-1}$  (Lien ym. 1991), edellyttää rikkilaskeuman alenemista tasolle  $0,3\text{-}0,4 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1} \text{ S}$ .

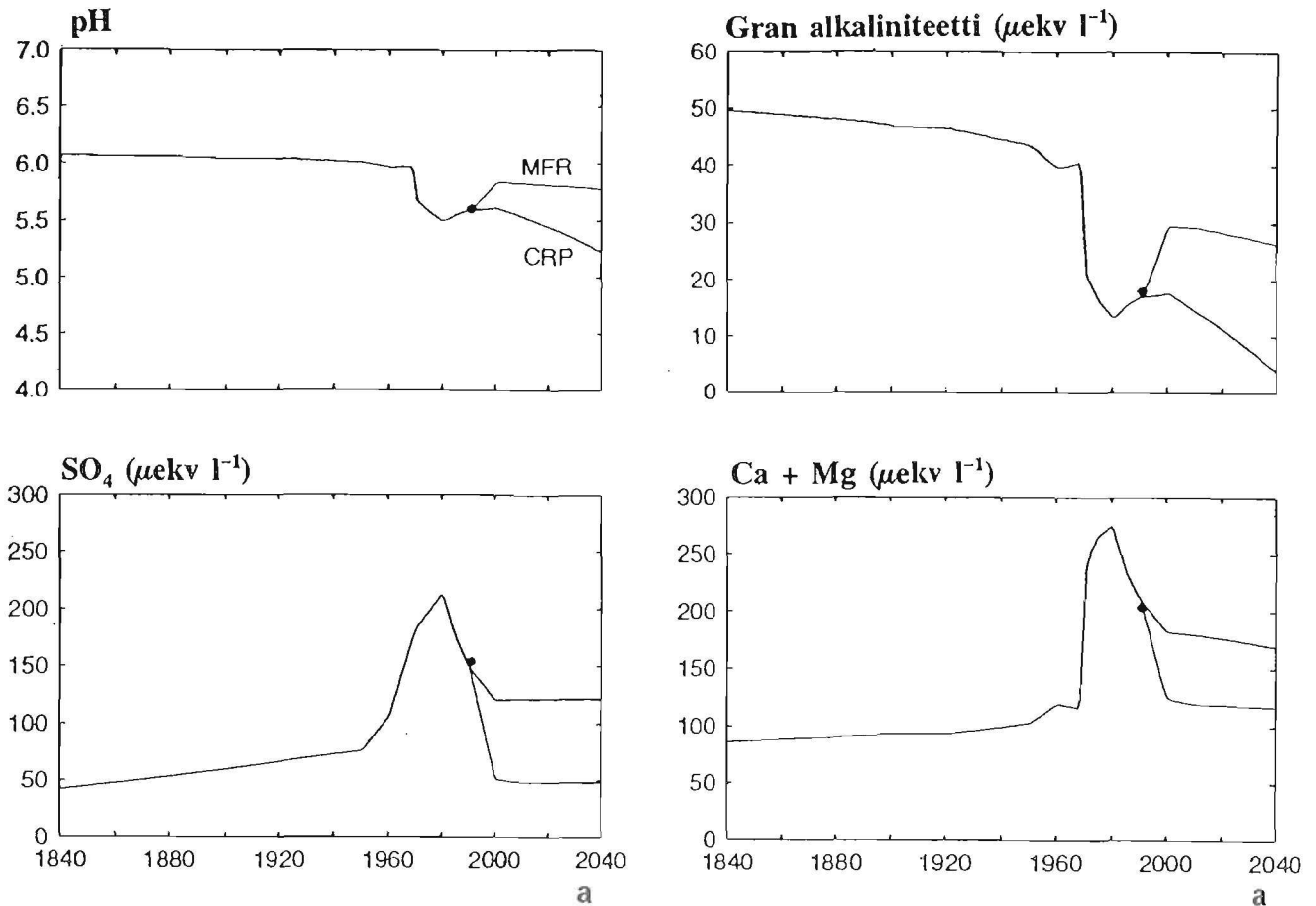
Tulosten perusteella ahvenkanta säilyisi todennäköisesti vaurioitta ainakin seuraavat 50 vuotta nykyistenkin päästörajoitussuunnitelmien vaihtoehdossa. Toisaalta vasta tiukimpien rajoitusten vaihtoehto merkitsisi maaperän ja veden laadun pysyvämpää paranemista nykyisestä tasosta.

Rikkipäästöjen vähenemisen ja järven tilan parantumisen välisen aikaviiveen vuoksi Alisenjärven harventunut rapukanta ei selviytyne ilman kalkitusta.

Taulukko 2. Kriittinen rikkikuormitus laskettuna dynaamisella SMART-mallilla ja massatasapainoon perustuvalla laskentamenetelmällä. Kriittisen kuormituksen rajana Alisenjärven luusuan veden laadulle ovat  $\text{ANC } 20 \text{ } \mu\text{ekv l}^{-1}$  ja  $40 \text{ } \mu\text{ekv l}^{-1}$ .  $\text{ANC} =$  emäskationien ja vahvojen happojen anionien erotus.  $\Delta \text{ANC} = \text{ANC}$  vuonna 1840 - nykyinen ANC.

Malli	ANC	Kriittinen rikkikuormit. $\text{g m}^{-2} \text{ a}^{-1} \text{ S}$	$\Delta \text{ANC}$ $\mu\text{ekv l}^{-1}$
	$\mu\text{ekv l}^{-1}$		
Massatasapainoon perustuva laskenta	20	0,50	39
	40	0,42	39
SMART-malli vuoteen 2040	20	0,56	32
	40	0,29	32





Kuva 3. SMART-mallilla arvioitu veden laadun kehitys Alisessajärven luusuassa.

### 3.2 Happamat episodit Alisessajärven luusuassa

Alisessajärven luusuassa esiintyy erityisesti lumen sulamiseen liittyen vuosittain lyhytaikaista lisähappamoitumista. Happamat kevätepisodit näkyvät sekä järviketjulta Aliseenjärveen laskevan puron veden laadussa että lähivaluma-alueelta laskevien pienpurojen vaikutuksena järven luusuassa. Kolme neljäsosaa valumavesistä kulkeutuu Aliseenjärveen järviketjun kautta ja neljäsosa lähivaluma-alueelta. Toisaalta ainakin lumen sulamisen alkuvaiheessa lähivaluma-alueen osuus vetyionikuormasta on suhteessa suurempi.

**Ennen kalkitusta** vuonna 1991 valunnan huippu ajoittui huhtikuun puoliväliin. Tällöin Aliseenjärveen tulevan veden pH-arvo oli 5,1 sisältäen hyvin runsaasti alumiinia ( $364 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Reaktiivisen alumiinipitoisuuden voidaan arvioida olleen vähintään  $180 \mu\text{g l}^{-1}$  (50 %) ja labiilinkin muodon vastaavasti vähintään  $90 \mu\text{g l}^{-1}$  (25 %). Luusuasta mitattiin vastaavana ajankohtana pH 5,4, joka laski viikon kuluessa edelleen minimiarvoon 5,3. Alisessajärven luusuassa havaittiin 8. huhtikuuta 1991 jonkin verran sulamisvesien vaikutusta ylimmässä vesikerroksessa 0-1 m: lämpötila oli alhaisempi, alumiinipitoisuus korkeampi, Ca- ja Mg-pitoisuus pienempi kuin alemmissa vesikerroksissa. Ennen kalkitusta kevätkuun valunnan vaikutus ei näkynyt kovin dramaattisena muutoksena järven luusuassa, koska koko vesimassa oli hapan ja huonosti puskuroitunut.

Alisessajärvässä kartoitettiin myös lähivaluma-alueelta tulevien happamien sulamisvesien vaikutuksia. Ennen kalkitusta huhtikuun 9. päivänä 1992 mitattiin tulevan veden pH:ksi 4,9 ja lähtevän 5,2. Itse Alisessajärvässä pH-arvo vaihteli kahdella perusnäytepisteellä välillä 5,1-5,6. Samaan aikaan pienet lähivaluma-alueen purot tuottivat rannan lähellä paikallisia erittäin happaman (pH 4,5-4,9) veden taskuja.

**Kalkituksen jälkeen** vuonna 1993 huhtikuun 6. päivä mitattiin pienempi veden pH- ja alkaliniteetti-arvo päällimmäisessä vesikerroksessa kuin syvemmällä. Syvyydellä 1 m pH oli 5,6 ja 3 metrissä 6,0 sekä alkaliniteetti vastaavasti 0,013 ja 0,146 mekv l<sup>-1</sup>. Alumiinipitoisuus oli myös korkeampi (1 metrissä Al 260 µg l<sup>-1</sup>, 3 metrissä 170 µg l<sup>-1</sup>) ja Ca-pitoisuus pienimmillään 1 metrin syvyydessä. Ylimmäisen vesikerroksen lyhytaikainen happamoituminen oli havaittavissa jo helmikuussa ja esiintyi lievempänä vielä 20.4.1993.

Vastaava happamuus on havaittavissa myös luusuan veden laadussa, mikä merkitsee happaman valunnan virtaavan järvestä pois vain vaatimattomasti sekoittuen. Marraskuun alussa 1992 luusuan pH oli vielä 6,8, mutta jo helmikuussa 1993 pH-arvo oli 5,3 sekä alkaliniteetti vähäinen ja alumiinia runsaasti vedessä. Luusuan happamuus oli hieman vähäisempi huhtikuussa eli 5,5-5,6. Ca-pitoisuus ei ylittänyt marraskuun jälkeen arvoa 3 mg l<sup>-1</sup> ennen kuin jälleen toukokuun puolivälissä.

Happaman episodin ajallinen vaikutus ulottui Alisessajärvässä vuonna 1993 ainakin helmikuulta toukokuulle. Sen vaikutus ulottui tällöin vähintään 1 metrin syvyydelle, mikä vastaa 1/3 vesimassasta. Ulottuessaan 2 metrin syvyyteen vaikutus koskettaisi 2/3 vesimassasta.

Kalkittujen järvien happamia episodeja on raportoitu runsaasti lumen sulamiseen liittyen (Hultberg ja Andersson 1982, Hasselrot ym. 1987, Hongve 1984, Wright 1985). Sulamisvesien on havaittu sisältävän korkeampia alumiinin ja vähäisempiä kalsiumin määriä kuin muu järvivesi (mm. Molot ym. 1990). Abrahamsson (1993a) on arvioinut happaman pulssin biologisten vaikutusten riippuvan sulamisvesikerroksen paksuudesta, viipymästä sekä järven keskisyvyydestä. Happamiin episodeihin liittyy vähäisempi kalsiumin ulosvirtaama järvestä, mikä pidentää kalkituksen vaikutusaikaa.

## 4 KALKITUKSEN TOTEUTUS

**Jouko Havu ja Tom Frisk**

Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri

Alisenjärven kalkitus päätettiin valtakunnallisessa neutralointiseurantaryhmässä toteuttaa kertaluontoisena. Kertaluontoiset kalkitukset tulevat olemaan se menetelmä, jota sovelletaan, mikäli maassamme päädytään laajamittaisiin kalkituksiin. Myös jatkuvatoimisen kalkitussiilon hankinta oli pitkään esillä, mutta siitä luovuttiin em. syystä.

Kalkitus toteutettiin 21.5.1992. Vampulasta tuotu asfalttifilleri levitettiin järveen Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin kehittämällä ns. puhalluslevitysmenetelmällä. Levitetyn fillerin määrä oli 60,8 tonnia. Levitetystä kalkista voidaan noin 60 tonnin todeta päätyneen Aliseenjärveen.

Filleristä 45 tonnia levitettiin Alisenjärven itäiselle syvänealueelle (n.4 - 5 ha) ja 15 tonnia läntiselle syvänealueelle (runsaat 3 ha). Varsinainen levitystyö kesti 7,5 tuntia.

Kalkitustyön kustannukset muodostuivat seuraavasti:

asfalttifilleri	9 257 markkaa
rahti ja kuorman purku	3 782 markkaa
työkustannukset	2 000 markkaa
<u>matkat ja tarvikkeet</u>	<u>500 markkaa</u>
yhteensä	15 539 markkaa

Kalkituksen kustannukset olivat siis tässä tapauksessa noin 255 markkaa/tonni.

Uusintakalkituksen tarpeellisuus ja ajankohta selvitetään veden laadun seurannan ja mallitutkimusten avulla.

## 5 KALKITUKSEN FYSIKAALISET JA KEMIAALLISET VAIKUTUKSET ALISESSAJÄRVESSÄ

**Pasi Iivonen ja Jaakko Mannio**

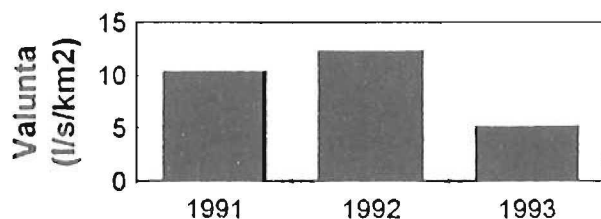
Vesi- ja ympäristöhallitus

### 5.1 Aineisto ja menetelmät

Vesinäytteitä otettiin säännöllisesti eri vuodenaikoina ja syvyyksiltä Alisenjärven kahdelta syvännepisteeltä, rapusumpun läheisyydestä, sekä tulevasta purosta ja luusuasta (ks. kuva 21, s. 38). Lumen sulamisen aikaan kartoitettiin myös rannan läheisten alueiden sekä Aliseenjärveen laskevien pienten purojen veden laatua. Näytteenotossa käytettiin Ruttner-vesinoudinta. Näytteiden kuljetuksessa ja käsittelyssä noudatettiin vesi- ja ympäristöhallinnossa käytössä olevia työmenetelmiä (Mäkelä ym. 1992). Vesikemialliset perusmääritykset tehtiin Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin laboratoriossa. Alkalimetallit, maaalkalimetallit, piidioksidi sekä alumiinin kokonaispitoisuus (AAS-menetelmä) määritettiin Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin laboratoriossa sekä sulfaatti, kloridi, fluoridi ja orgaanisen hiilen määrä sekä alumiinin fraktiot vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen tutkimuslaboratoriossa. Analysoinnissa käytettiin standardimenetelmiä (ks. Forsius ym. 1990).

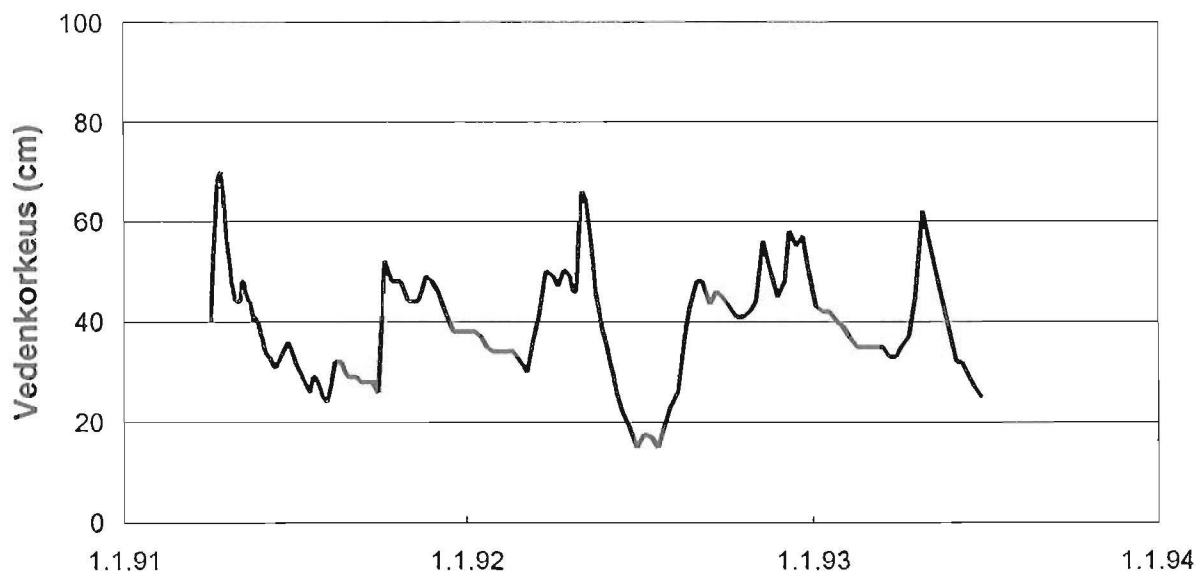
## 5.2 Valuntaolosuhteet tutkimusajanjaksona 1991-1993

Tutkimusajanjaksona 1991-1993 vuosivalunnan määrä vaihteli suuresti lähimmällä vesi- ja ympäristöhallituksen pienten valuma-alueiden seurantaan kuuluvalla Paunulanpuron valuma-alueella (Orivesi, 50 km Alisestajärvestä koilliseen). Pitkän aikavälin vuosikeskiarvoon ( $8,5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) verrattuna valuntamäärä oli vuonna 1991 jonkin verran suurempi, vuonna 1992 selvästi suurempi ja vuonna 1993 selvästi pienempi (kuva 4).



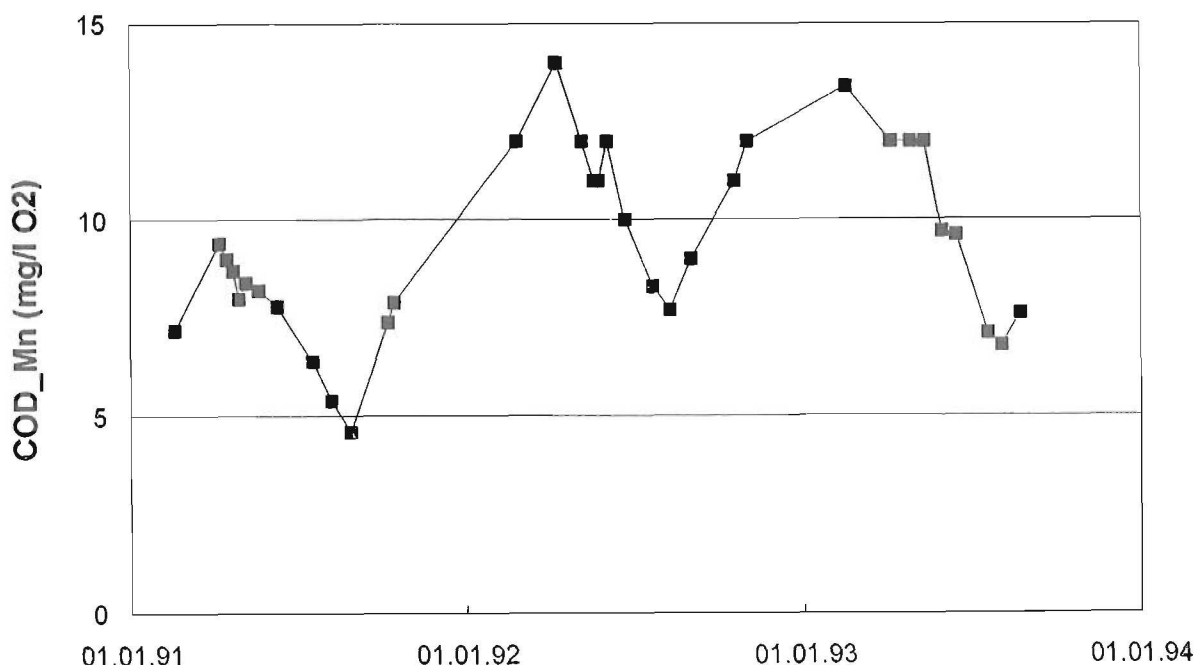
Kuva 4. Vuosivalunta ( $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) Oriveden Paunulanpuron valuma-alueella vuosina 1991-1993.

Tutkimusajanjaksona seurattiin Aliseenjärveen laskevan Ylisenjärven vedenpinnan korkeutta. Ylisenjärven pinnan korkeuden perusteella kevätvaluman lyhytaikainen huippu oli suunnilleen samankorkuinen ajoittuen vuonna 1991 huhtikuun puoliväliin, vuonna 1992 huhtikuun alkuun ja vuonna 1993 huhtikuun loppuun (kuva 5). Kesällä vedenpinnan korkeuden perusteella valunta oli vähäisintä heinäkuussa 1992 (havaintosarja ulottuu kesäkuun 1993 loppuun). Ylisenjärven vedenpinnan korkeuden perusteella runsastunut syysvalunta kesti elokuun lopulta 1992 tammikuun loppuun 1993, kun vastaava valunta vuotta aikaisemmin ajoittui lokakuun alusta joulukuun puoliväliin.

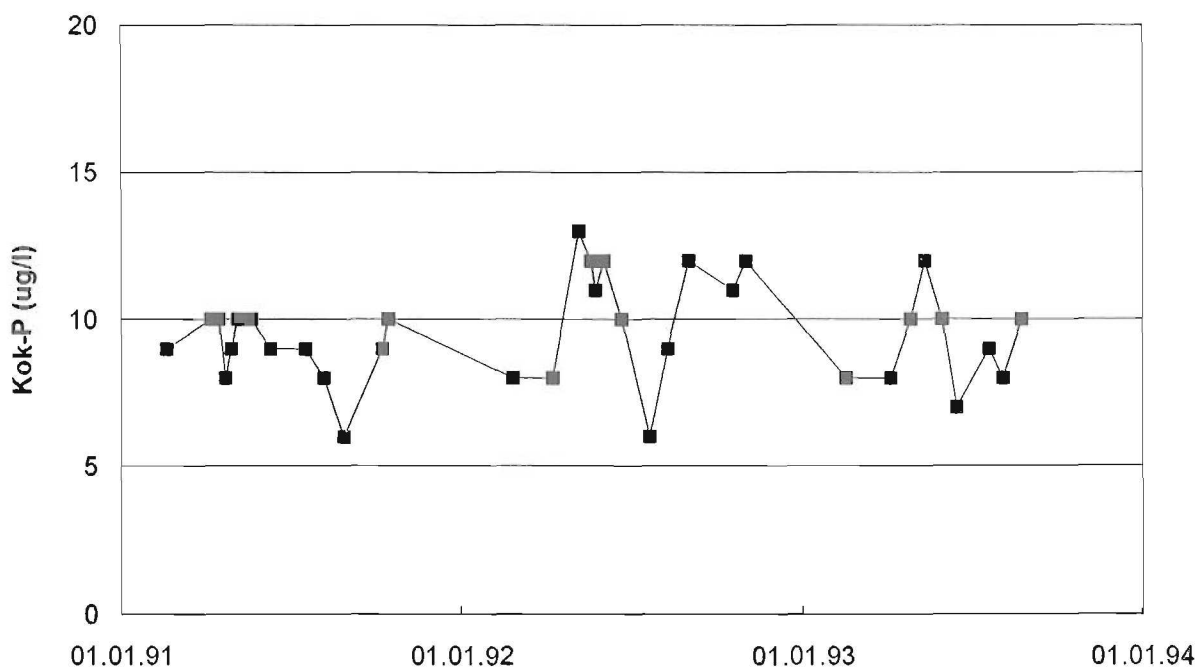


Kuva 5. Aliseenjärveen laskevan Ylisenjärven vedenpinnan korkeus huhtikuusta 1991 kesäkuun loppuun 1993.

Veden kemiallinen hapenkulutusarvo ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ) kuvaa hyvin valunnan mukana maaperästä huuhtoutuvien humusaineiden määrää (Kortelainen 1993). Alisenjärven tulevassa purossa mitattiin selvästi korkeampia  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ -arvoja lopputalvella, keväällä ja kesällä 1992 ja 1993 kuin kalkitusta edeltävänä vuonna 1991 (kuva 6). Suurentunut humuksen määrä Aliseenjärveen tulevassa purossa johtunee ainakin valunnan määrien vaihteluista. Mahdolliset avohakkuut valuma-alueella voisivat myös jossain määrin lisätä humuksen huuhtoutumista vesistöihin. Tutkimusajanjaksona havaittiin myös lievästi korkeampia kokonaisfosforin pitoisuuksia runsaan valunnan aikoina Alisenjärven tulevassa purossa vuosina 1992 ja 1993 kuin vuonna 1991 (kuva 7).



Kuva 6. Alisenjärven tulevan puron kemiallinen hapenkulutusarvo ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ) ( $\text{mg l}^{-1} \text{O}_2$ ) vuosina 1991-93.



Kuva 7. Alisenjärven tulevan puron kokonaisfosforipitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) vuosina 1991-93.

## 5.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

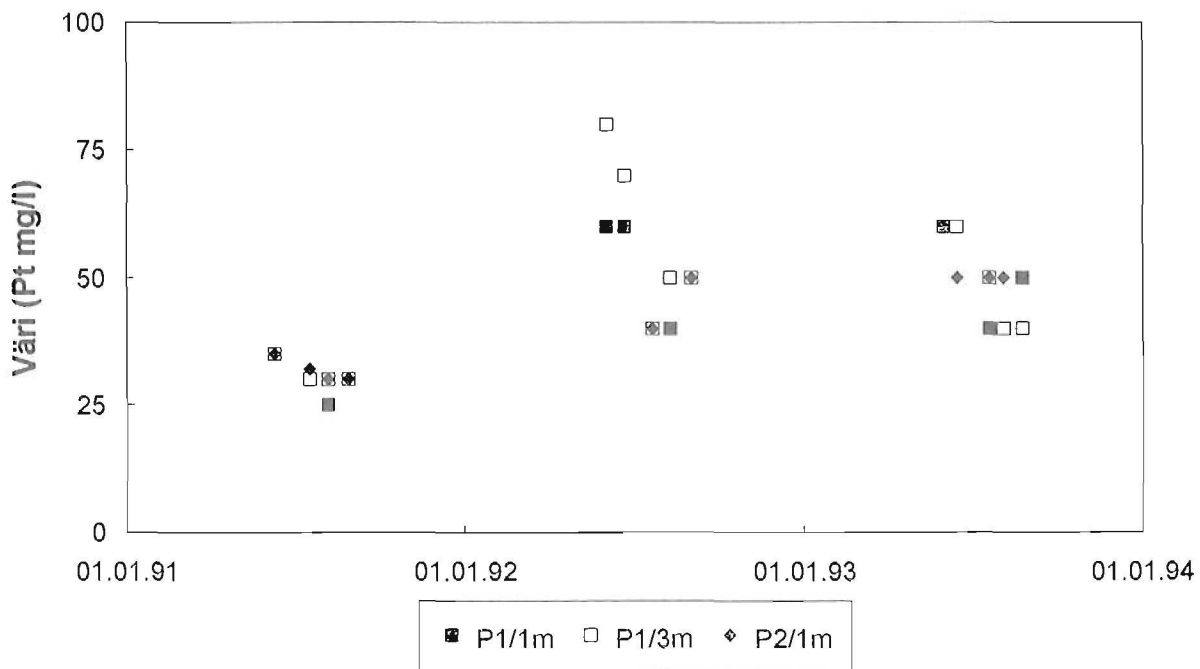
### 5.3.1 Kalkkikivijauheen välitön liukeneminen

Aliseenjärveen levitettiin hienojakoista kalkkikivijauhetta (Vampula 2H) kuivapuhallusmenetelmällä 21.5.1992 yhteensä 60 tonnia eli  $48 \text{ g m}^{-3}$ . Tästä määrästä 45 tonnia levitettiin itäisen osa-altaan syvänealueen (maksimisyvyys 14 m) päälle ja 15 tonnia läntisen osa-altaan syvänealueelle (maksimisyvyys 3 m). Sverdrupin järvikalkitusmallin (Sverdrup 1985) avulla voidaan arvioida, että kalkkikivijauhetta liukeni vajotessaan yhteensä noin 15 tonnia (12 tonnia + 3 tonnia). Loput 45 tonnia vajosi pohjalle liuetakseen osittain takaisin vesimassaan. Aliseenjärven vesimassasta mitattujen Ca-pitoisuuksien perusteella 3.6.1992 kalkkikivijauhetta oli pohjalla 43 tonnia.

Veden pH-arvo kohoaisi laskentamallin perusteella syvemmillä puolella yli 7:n ja matalallakin puolella saavutettaisiin pH 6,5. Edelleen laskelman mukaan Ca-pitoisuus olisi kohonnut Alisessä järvestä nopeasti keskimäärin noin  $4 \text{ mg l}^{-1}$  eli tasolle 6,5-7  $\text{mg l}^{-1}$ , mikäli vesimassa olisi täysin sekoittunut. Luusuasta mitattiinkin Alisestajärvestä poistuvasta vedestä vastaava Ca-pitoisuus eli 6,7  $\text{mg l}^{-1}$  elokuun alussa 1992.

### 5.3.2 Väriluku, orgaaninen hiili ja näkösyvyys

Väriluku päällysvedessä kesäaikana oli korkeampi kalkituksen jälkeisinä vuosina 1992-1993 (kuva 8). Aliseenjärven päällysveden väriluku keskiarvo heinä-elokuussa ennen kalkitusta vuonna 1991 oli  $29 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ , vuonna 1992  $44 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$  ja vuonna 1993  $46 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ .



Kuva 8. Veden väriluku Aliseenjärven päällysvedessä 10.6., 18.7., 7.8. ja 29.8.1991 / 3.6., 22.6., 22.7., 10.8. ja 2.9.1992 / 1.6., 16.6., 21.7., 5.8. ja 25.8.1993. Mittauspisteet: P1 = syväne ja P2 = matala puoli.



Veden väriluku oli kevätvalunnan takia toukokuussa 1992 - jo ennen kalkitusta - korkeampi kuin vuonna 1991. Kalkituksen vaikutus ei näkynyt väriluvuissa eikä sameusarvoissa enää 25.5.1992 lukuunottamatta yhtä havaintokertaa, joka sekin liittyyneen alumiinin vähittäiseen saostumiseen. Neljä päivää kalkituksen jälkeen 3 metrin syvyydessä mitattiin muuhun tasoon nähden kaksinkertainen sameusarvo 3,1 FTU.

Alisessajärvässä veden kohonnutta värilukua selittää humuksen suurempi pitoisuus vedessä kalkituksen jälkeisinä kesinä. Ennen kalkitusta heinä-elokuussa vuonna 1991 orgaanisen hiilen (TOC) pitoisuuden keskiarvo päällysvedessä oli 5,9 mg l<sup>-1</sup>, vuonna 1992 7,6 mg l<sup>-1</sup> ja vuonna 1993 7,5 mg l<sup>-1</sup>. Humuksen määrää kohotti Alisessajärvässä ainakin valumavesien suurempi humuspitoisuus vuosina 1992-1993 verrattuna vuoteen 1991 (ks. kuva 6).

Yleensä selvästi ruskeissa (> 50 mg l<sup>-1</sup> Pt) vesissä veden väriluku näyttäisi pienenevän kalkituksen jälkeen (Olem 1990). Kirkkaammissa vesissä on sitä vastoin tehty havaintoja orgaanisen hiilen pitoisuuksien kohoamisesta kalkituksen jälkeen ja tähän liittyen on arvioitu mahdollisia syy-yhteyksiä (mm. Wright 1985, Broberg 1988, Molot ym. 1990, Hörnström ym. 1993). Humuksen määrän lisääntymiseen joissakin järvissä kalkituksen jälkeen on voinut vaikuttaa vähentynyt saostuminen alumiinin kanssa, lisääntynyt orgaanisten yhdisteiden vapautuminen sedimentistä tai muutokset humuksen hajoamisessa. Joissakin tapauksissa värilukujen on havaittu koonneen kalkituksen jälkeen myös veteen liuenneen humuksen ominaisuuksien muuntumisen seurauksena (Heikkinen 1987).

Veden värilukuun liittyen Alisenjärven näkösyvyys oli jonkin verran pienempi kalkitusta seuraavina kesinä. Näkösyvyyden keskiarvo heinä-elokuussa ennen kalkitusta vuonna 1991 oli 3,2 m, vuonna 1992 2,9 m ja vuonna 1993 2,7 m.

### 5.3.3 Lämpötilakerrostuminen ja happipitoisuus

Alisenjärven syvempi puoli kerrostuu kesäisin, kun taas järven matala puoli on lämpötilaltaan melko yhtenäistä päällysvettä. Väriluvun kohoaminen voi valon absorption lisääntyessä kohottaa lämpötilaa päällysvedessä.

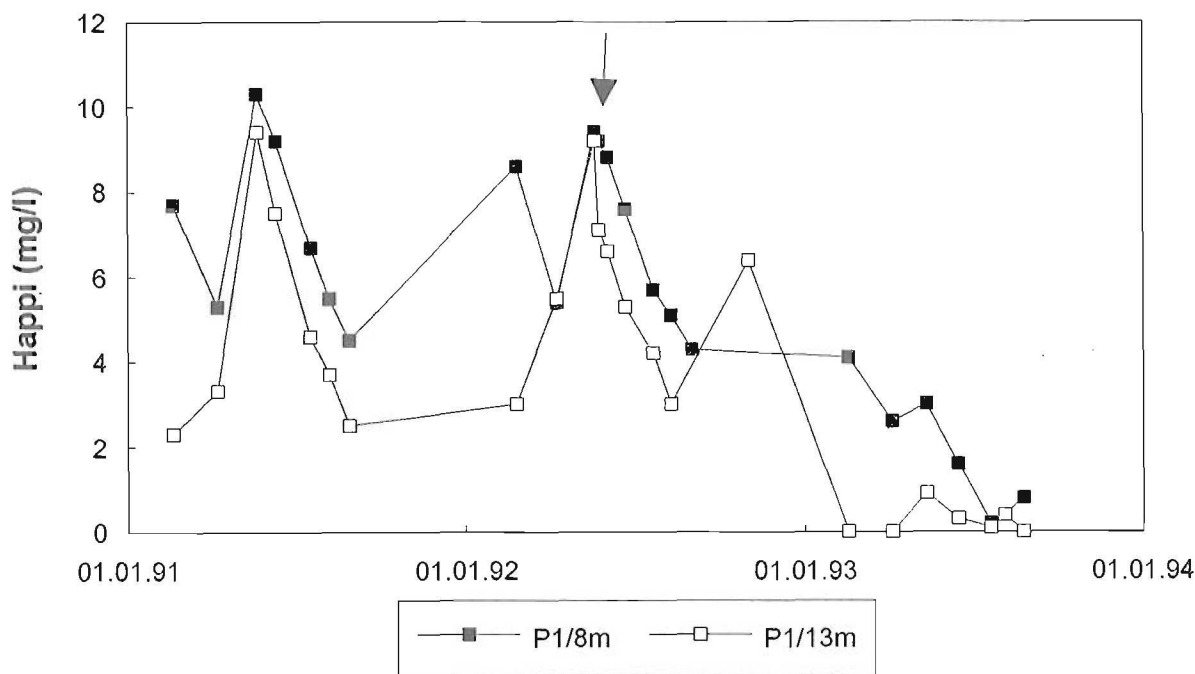
Monet Alisenjärven järviketjun järvet ovat pinta-alaansa verrattuna melko syviä, ja alusveden happipitoisuus voi kulua vähin lopputalvella ja -kesällä. Esimerkiksi helmikuussa 1991 pohjanläheinen vesikerros oli hapeton Ylisessajärvässä, Ylisenjärven lammessa, Heinijärvässä, Juottojärvässä ja Pienessä Porrasjärvässä. Erityisen heikolta tilanne näytti kevättalvella 1994, jolloin käytännössä kaikki ketjun järvet kärsivät hapettomuudesta.

Alisessajärvässä ylimmät 4 metriä olivat elokuun 1993 lopulla päällysvettä, harppauskerros oli 4-7 metrissä ja vyöhyke 7-14 metriä oli alusvettä. Tästä voidaan laskea seuraavat tilavuusosuudet: päällysvesi 75 %, harppauskerros 17 % ja alusvesi 8 %.

Alisenjärven happitilanne loppukesällä 1990 oli heikohko, mutta seuraavina kahtena vuonna jälleen parempi. Alisenjärven pohjanläheinen happitilanne on ollut uudelleen

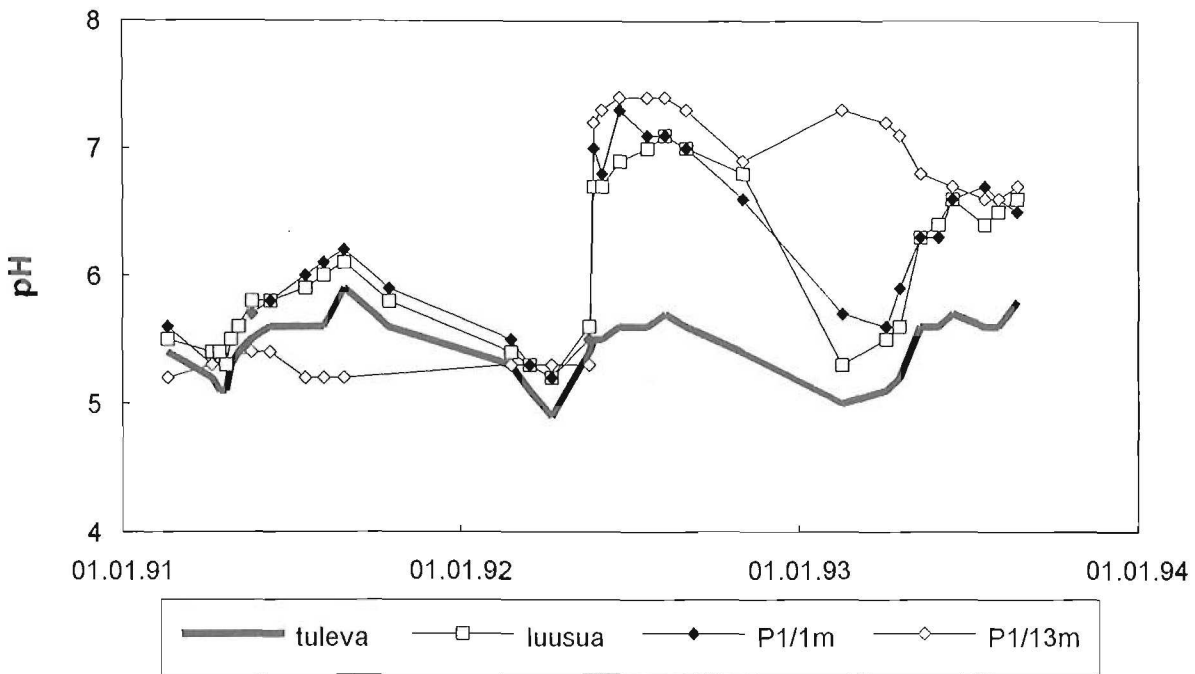
heikko ainakin helmikuusta 1993 alkaen (kuva 9). Syvänteen happitilanne parani syystäyskierrossa 1992. Järvet jäättyivät kuitenkin syksyllä 1992 suhteellisen aikaisin ja vesimassan lämpötila olikin korkeampi esim. helmikuussa 1993 kuin vuotta aikaisemmin (kuva 10). Lisäksi Alisenjärven vesimassa ei sekoittunut keväällä 1993. Loppukesällä 1993 alusvesi olikin hapeton ainakin 8 metriin saakka. Myös lisääntynyt humuksen määrä Alisessä-järvessä heikentäne osaltaan happitilannetta vuosina 1992 ja 1993 verrattuna kalkitusta edeltäneeseen vuoteen. Edelleen kalkituksen jälkeen voi pohjalla kiihtynyt hajotustoiminta ainakin väliaikaisesti lisätä sedimentin hapenkulutusta (Gahnström 1988).

Alisenjärven alusveteen pohjan läheisyyteen (13 m) oli elokuun lopussa 1993 rikastunut hyvin korkeita pitoisuuksia mm. kalsiumia (4-kertaisesti), rautaa (13-kertaisesti), mangaania (15-kertaisesti) ja ammoniumia (26-kertaisesti) sekä jonkin verran runsaammin fosforia (1,5-kertaisesti) verrattuna päällysveteen. Korkeat ainespitoisuudet alusvedessä vahvistavat edelleen alusveden eristymistä muusta vesimassasta. Tällä on vaikutusta esimerkiksi pohjalta liukenevan kalkkikiven hyödyllisyyteen sekä alusveden happitilanteeseen.



Kuva 9. Alisenjärven syvänteen alusveden happipitoisuus (mg l<sup>-1</sup>) 1991-1993. Kalkitusajankohta on merkitty kuvaan nuolella. P1 = syvänteen.



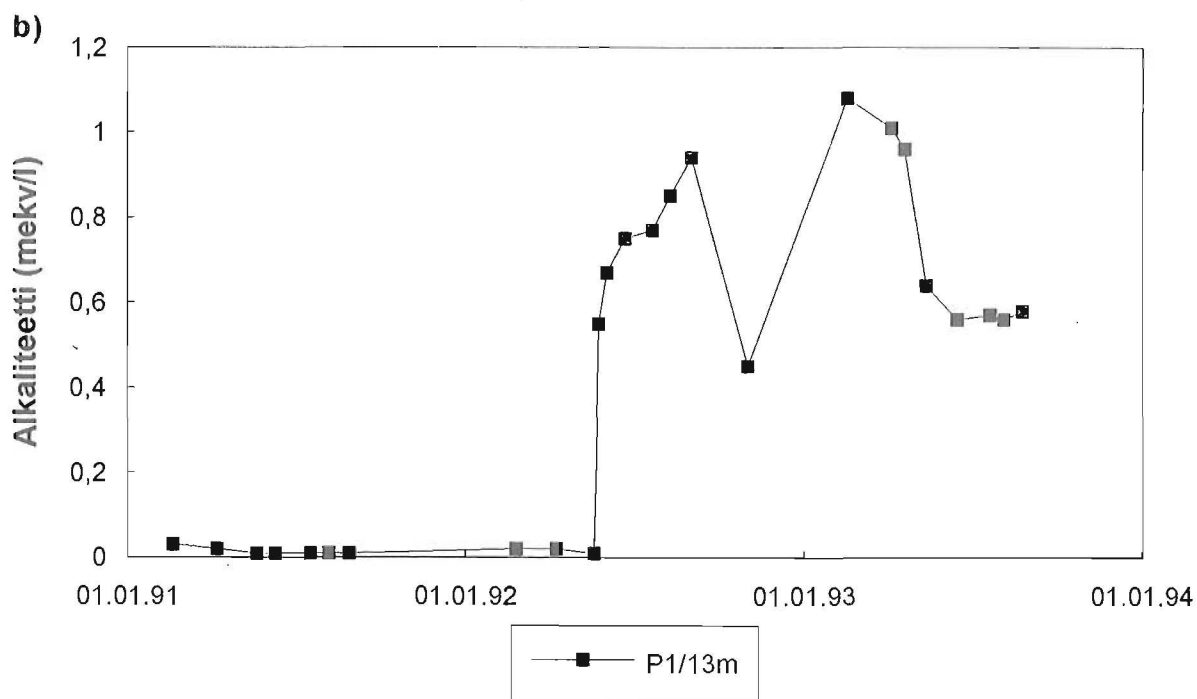
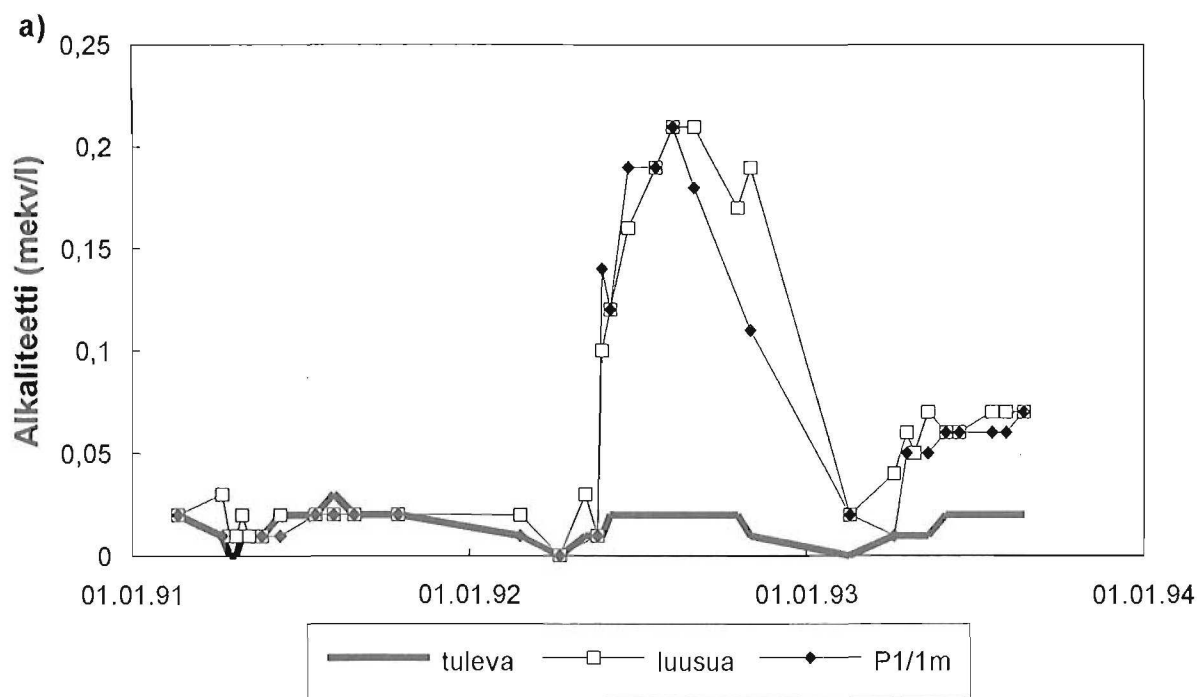


Kuva 11. Alisenjärven veden pH-arvo vuosina 1991-1993. P1 = syvännne.

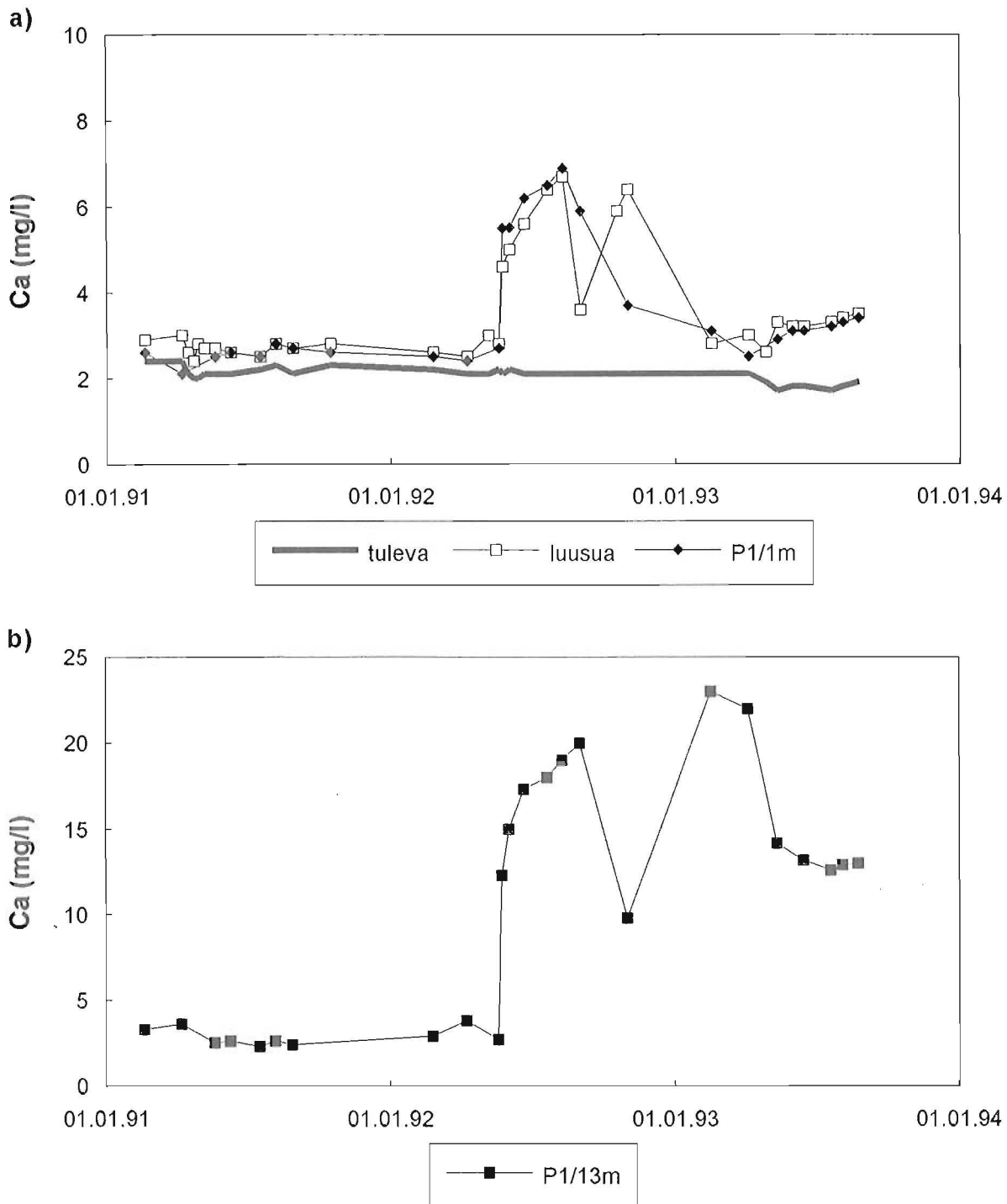
Vedestä mitattu **Gran-alkaliniteetti** pysytteli ennen kalkitusta tasolla 0,02 mekv l<sup>-1</sup>. Kalkituksen jälkeen puskurikyky nousi tasolle 0,2 mekv l<sup>-1</sup> (kuvat 12 a ja b). Syksyllä 1992 ja talvella sekä keväällä 1993 päällysveden alkaliniteettiä oli valuma- ja sulamisvesien takia laskusuunnassa. Pienimmillään kevättalvella 1993 alkaliniteetti oli 1 metrin syvyydellä vain 0,01 mekv l<sup>-1</sup>. Pohjanläheisen vesikerroksen alkaliniteetti on säilynyt erittäin korkealla tasolla kalkituksen jälkeen. Marraskuun alussa 1992 mitattiin selvästi alentunut alkaliniteetti pohjan läheltä, mikä viitanee syksyn happamiin valuntavesiin ja sekoittumiseen vesimassassa.

Alisenjärven **kalsiumpitoisuus** oli ennen kalkitusta 2,7 mg l<sup>-1</sup>, mutta kohosi nopeasti kalkkikivijauheen levittämisen jälkeen välille 5,5-12,3 mg l<sup>-1</sup> (kuvat 13 a ja b). Päällysvedessä näkyvät valunta- ja sulamisvesien vaikutukset vastaavasti kuten pH- ja alkaliniteettiarvoillakin. Syvänteen pohjan läheltä mitattiin marraskuun 1992 alussa myös alentunut Ca-pitoisuus. Samaan aikaan päällysveden Ca-pitoisuus oli alempi kuin syyskuussa, joten valuntavedet ovat vaikuttaneet sekoittumisen välityksellä koko vesimassaan. Talvella 1993 rikastui alusveden jälleen huomattavan korkeita Ca-pitoisuuksia, joten pohjalta liukeni edelleen kalkkikivijauhetta.

Mikäli 25.8.1993 alusveden (7-14 m) sisältämä kalsiummäärä (9,6-13,0 mg l<sup>-1</sup>) olisi sekoitettu kerralla koko vesimassaan, Alisenjärven kalsiumpitoisuus olisi kohonnut vajaat 1 mg l<sup>-1</sup> eli noin viidenneksen.



Kuva 12. a) Alisenjärven alkaliniteetti (mekv  $l^{-1}$ ) päälyysvedessä vuosina 1991-1993. b) Alisenjärven alkaliniteetti (mekv  $l^{-1}$ ) alusvedessä vuosina 1991-1993. P1 = syvännne.



Kuva 13. a) Alisenjärven Ca-pitoisuus ( $\text{mg l}^{-1}$ ) päällysvedessä vuosina 1991-1993. b) Alisenjärven Ca-pitoisuus ( $\text{mg l}^{-1}$ ) alusvedessä vuosina 1991-1993. P1 = syväne.

### 5.3.5 Alumiini, rauta ja mangaani

Alumiinia, rautaa ja mangaania huuhtoutuu vesistöihin valuma-alueen maaperästä. Aliseenjärveen järviketjun kautta tulevan veden metallipitoisuudet ovat olleet korkealla erityisesti keväällä lumen sulamisen jälkeen. Tosin mangaanin korkein pitoisuus mitattiin vuonna 1991 elokuussa.



Verrattaessa tutkimusaikana Alisenjärven tulevan puron pitoisuuksia luusuan vastaaviin metallipitoisuuksiin ei voida havaita järven (sisältäen lähivaluma-alueen) pelkästään joko vähentävän tai lisäävän ainemääriä poistuvassa vedessä. Kuitenkin havaintojen perusteella erityisesti alumiinia saostuu Alisenjärven pohjalle suurimman osan vuotta. Poikkeuksena ovat lähinnä loppukesällä havaitut erittäin korkeat luusuasta mitatut Al-pitoisuudet, joskin valunnan määrä on kesäaikana vähäinen.

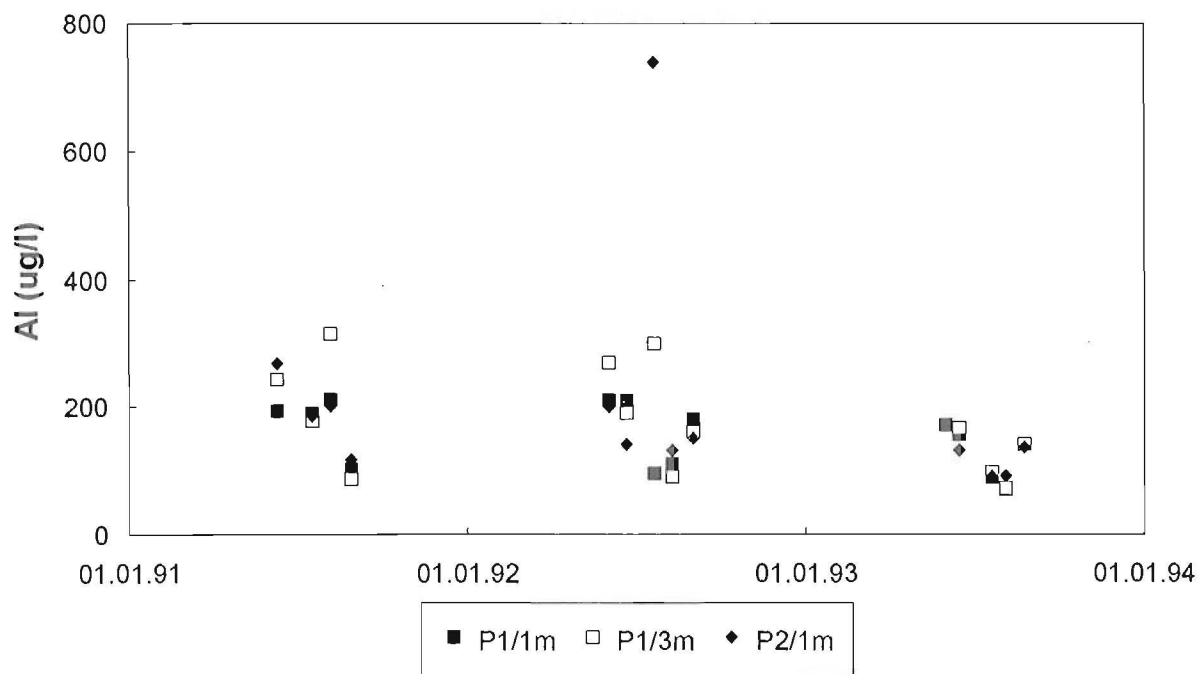
**Alumiinipitoisuus** oli päivää ennen kalkitusta jakautunut hyvin tasaisesti ( $260\text{--}280\ \mu\text{g l}^{-1}$ ) vesimassassa, mutta 4 päivää kalkituksen jälkeen mitattiin sekä kohonnut pitoisuus 3 metrissä ( $300\ \mu\text{g l}^{-1}$ ) että alentunut pitoisuus 1 metrissä ( $250\ \mu\text{g l}^{-1}$ ). Samanaikaisesti mitattiin hyvin korkea pH-arvo eli 7,9 sekä kohonnut sameusarvo 3 metrin syvyydellä. Edelleen noin 2 viikkoa kalkituksen jälkeen mitattiin suurin alumiinipitoisuus ( $450\ \mu\text{g l}^{-1}$ ) 13 metrin syvyydellä. On mahdollista, että pH-tason kohotessa nopeasti kalkituksen jälkeen syvännekohdan päällysvedessä 5,5:stä yli 7:ään, veden sisältämää epäorgaanista alumiinia saostui ja vajosi 2 viikon kuluessa syväänteen pohjalle.

Alumiinin kokonaismäärä Alisenjärven päällysvedessä oli pienempi kesä-elokuussa 1992 ja 1993 verrattuna kalkitusta edeltäneeseen kesään (kuva 14). Alkukesällä kevätvalunnan mukana tulevan alumiinimäärän vaihtelu näkyy vuosien välillä erityisesti kesäkuun havainnoissa. Alumiinin kokonaispitoisuuden keskiarvo päällysvedessä heinä-elokuussa ennen kalkitusta vuonna 1991 oli  $176\ \mu\text{g l}^{-1}$ , vuonna 1992  $220\ \mu\text{g l}^{-1}$  ja vuonna 1993  $102\ \mu\text{g l}^{-1}$ . Heinäkuussa 1992 havaittiin Alisenjärven matalamman puolen pisteellä poikkeuksellisen korkea Al-pitoisuus  $740\ \mu\text{g l}^{-1}$ . Mikäli em. huippuarvo jätetään huomiotta, loppukesän 1992 keskiarvo olisi  $155\ \mu\text{g l}^{-1}$ .

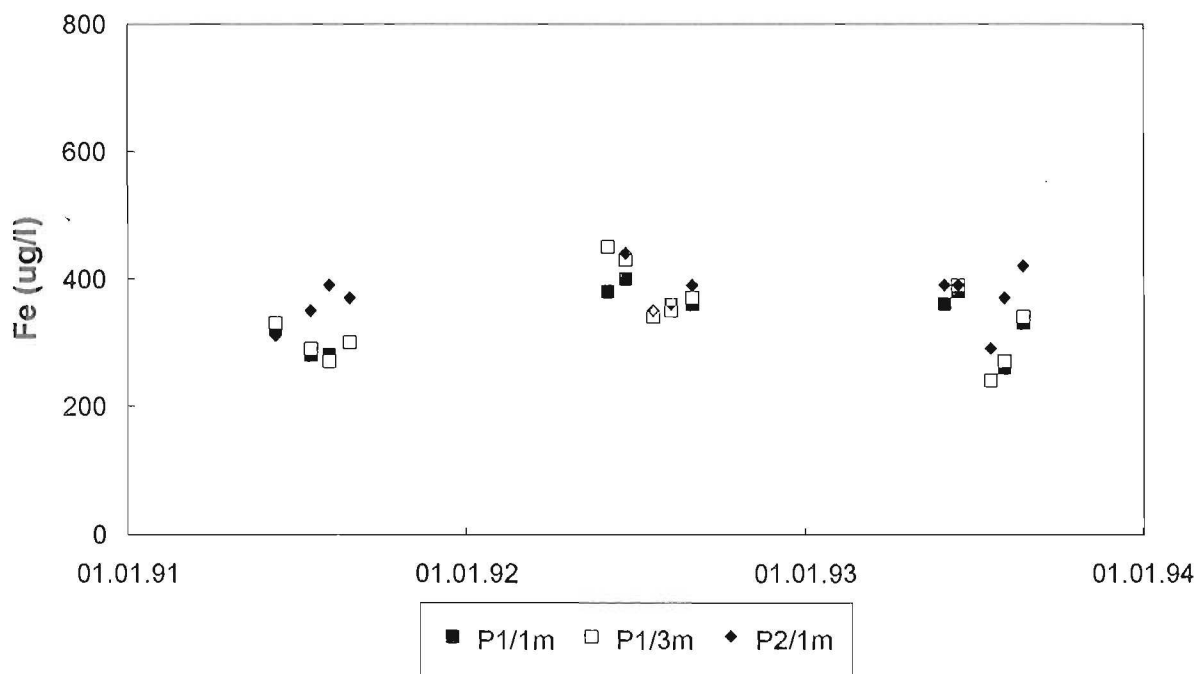
Alumiinipitoisuuden on useissa tutkimuksissa havaittu alentuneen suoranaisesti kalkituksen seurauksena (ks. Olem 1990). Esimerkiksi neljän ruotsalaisen kalkitun järven Al-pitoisuus aleni huomattavasti heinä-elokuussa päällysvedessä (Hörnström ym. 1993). Myös happamoituneen suomalaisen ruskean metsäjärven alunperinkin matala Al-pitoisuus pieneni kalkituksen jälkeen (Järvinen ym., painossa).

Alisenjärven **rautapitoisuudessa** ei voida havaita selkeää muuttumista kalkituksen jälkeen päällysvedessä kesäaikana (kuva 15). Päinvastoin kesällä 1992 havaittiin kohonnut raudan pitoisuus, joka liittyyne suurempaan humuksen määrään vedessä. Loppukesän päällysveden pitoisuuden keskiarvo ennen kalkitusta vuonna 1991 oli  $314\ \mu\text{g l}^{-1}$ , vuonna 1992  $358\ \mu\text{g l}^{-1}$  ja vuonna 1993  $307\ \mu\text{g l}^{-1}$ . Kalkituissa järvissä havaitut rautapitoisuudet ovat joissakin tapauksissa kasvaneet (Yan 1983), jääneet muuttumatta (Wright 1985) tai alentuneet (Järvinen ym., painossa).

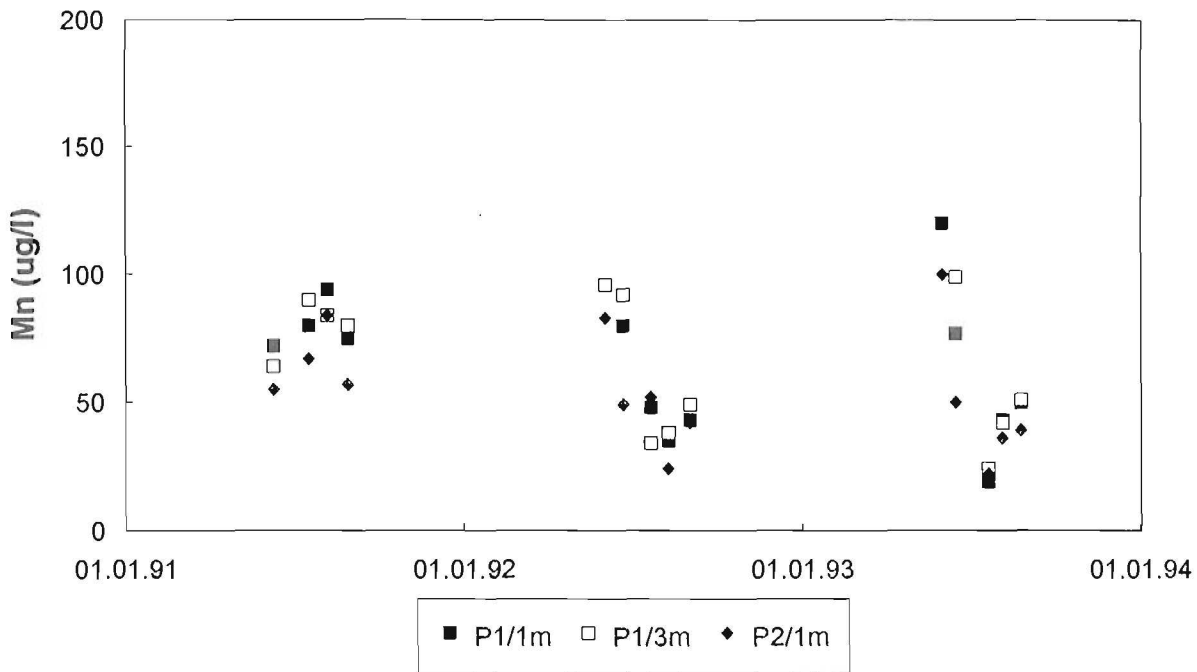
**Mangaanin** mitatut pitoisuudet olivat loppukesällä 1992 ja 1993 pienempiä päällysvedessä kuin vastaavasti ennen kalkitusta (kuva 16). Mangaanipitoisuuden keskiarvo päällysvedessä ennen kalkitusta loppukesällä 1991 oli  $80\ \mu\text{g l}^{-1}$ , vuonna 1992  $41\ \mu\text{g l}^{-1}$  ja vuonna 1993  $36\ \mu\text{g l}^{-1}$ . Veteen liunneen mangaanin pitoisuus on usein pienentynyt kalkituissa järvissä (ks. Olem 1990, Hörnström ym. 1993).



Kuva 14. Alisenjärven kokonaisalumiinipitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) päänlysvvedessä. P1 = syväne ja P2 = matala puoli. Mittausajankohdat: ks. kuva 8.



Kuva 15. Alisenjärven rautapitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) päänlysvvedessä. P1 = syväne ja P2 = matala puoli. Mittausajankohdat: ks. kuva 8.



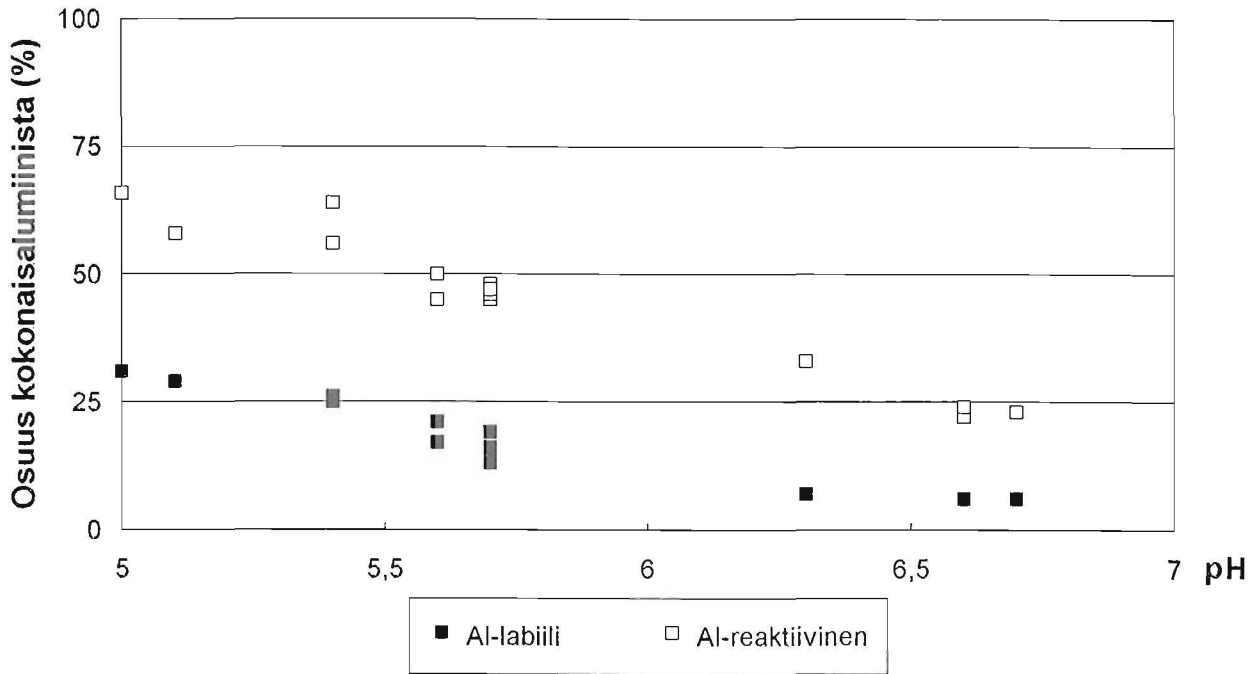
Kuva 16. Alisenjärven mangaanipitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) päänlyysvedessä. P1 = syväne ja P2 = matala puoli. Mittausajankohdat: ks. kuva 8.

### 5.3.6 Myrkyllinen alumiini Alisessajärnessä vuonna 1993

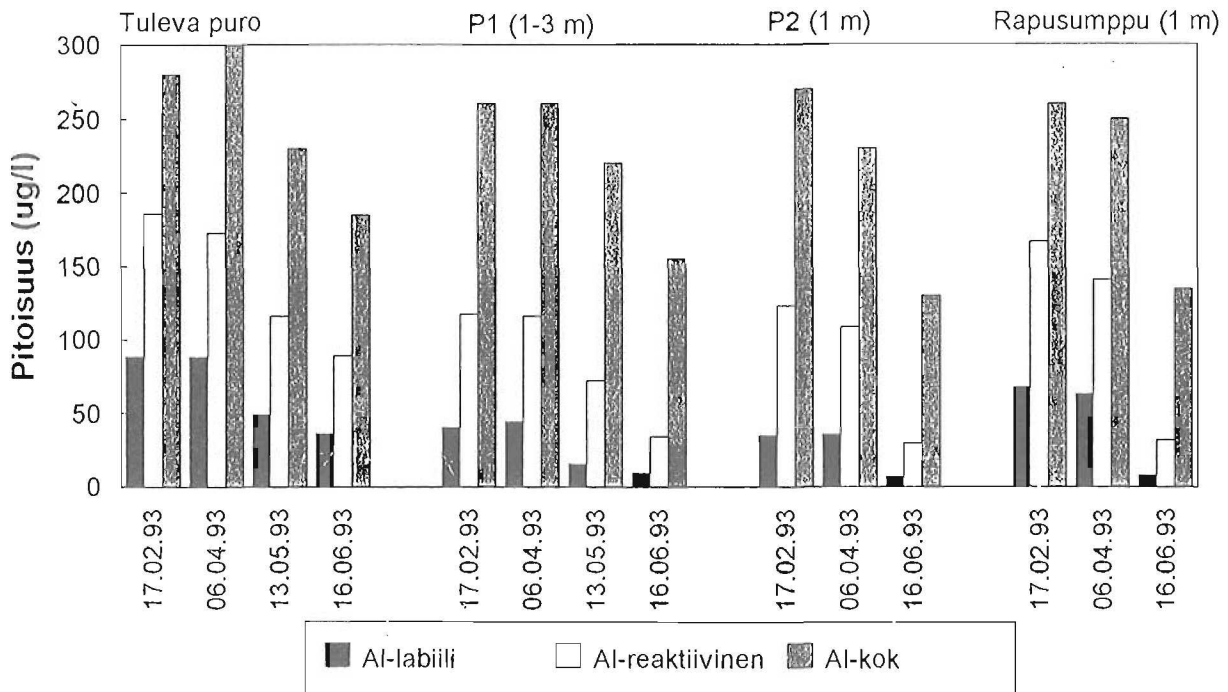
Happamoitumisen haitalliset eliövaikutukset aiheutuvat happamuuden ja veteen liuenneen myrkyllisen alumiinin yhteisvaikutuksesta. Happamuus säätelee ensisijaisesti myrkyllisten alumiinimuotojen esiintymistä vedessä. Happamassa vedessä myrkyllistä kationimuotoista epäorgaanista (labiilia) alumiinia (mm.  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ ) on runsaasti, kun taas emäksisissä olosuhteissa muodostuu veteen huonosti liukenevia Al-hydroksideja. Vesissä voi olla lisäksi runsaastikin humukseen sitoutunutta ei-labiilia alumiinia, joka ei ole sellaisenaan myrkyllistä eliöille. Humukseen sitoutunut ei-labiili alumiini voi kuitenkin happamissa oloissa vapautua ja muuttua myrkylliseksi. Labiilin ja ei-labiilin alumiinin summa on ns. kokonaismonomeerinen eli reaktiivinen alumiini.

Alisessajärnessä päänlyysveden **reaktiivisen alumiinin** (Røgeberg ja Henriksen 1985, LaZerte ym. 1988) osuus alumiinin kokonaispitoisuudesta oli puolet veden pH-arvon ollessa noin 5,5 ja neljännes veden pH-arvon ollessa selvästi yli 6:n (kuva 17). Vastaavat **labiilin alumiinin** osuudet olivat alle neljännes ja alle kymmenesosa.

Alumiinipitoisuudet Alisenjärven päänlyysvedessä mitattuna kolmesta eri kohdasta 17.2.-16.6.1993 välisenä aikana antoivat hyvin yhteneväisen kuvan tilanteesta (kuva 18). Kaikkien alumiinimuotojen pitoisuudet olivat suurimmillaan talvella ja keväällä. Reaktiivisen alumiinin pitoisuus oli helmi- ja huhtikuun havainnoissa välillä  $109\text{--}167 \mu\text{g l}^{-1}$  ja kesäkuun havainnoissa  $30\text{--}34 \mu\text{g l}^{-1}$ . Labiilin alumiinin pitoisuus oli helmi-huhtikuussa vastaavasti  $35\text{--}68 \mu\text{g l}^{-1}$  ja kesäkuussa alle  $10 \mu\text{g l}^{-1}$ . Kalojen kutuaikaan 13.5.1993 mitattiin reaktiivisen alumiinin pitoisuus  $72 \mu\text{g l}^{-1}$  ja labiilin alumiinin pitoisuus  $15 \mu\text{g l}^{-1}$ . Tulevassa purossa mitattiin kaikkina helmi-kesäkuun 1993 mittausajankohtina korkeamat labiilin ja reaktiivisen alumiinin pitoisuudet kuin itse Alisessajärnessä.



Kuva 17. Myrkyllisen (labiilin) ja reaktiivisen alumiinin osuudet (%) kokonaisalumiinin pitoisuudesta Alisenjärven tulevassa purossa sekä Alisenjärven päällysvedessä kalkituksen jälkeen helmi-kesäkuussa 1993.

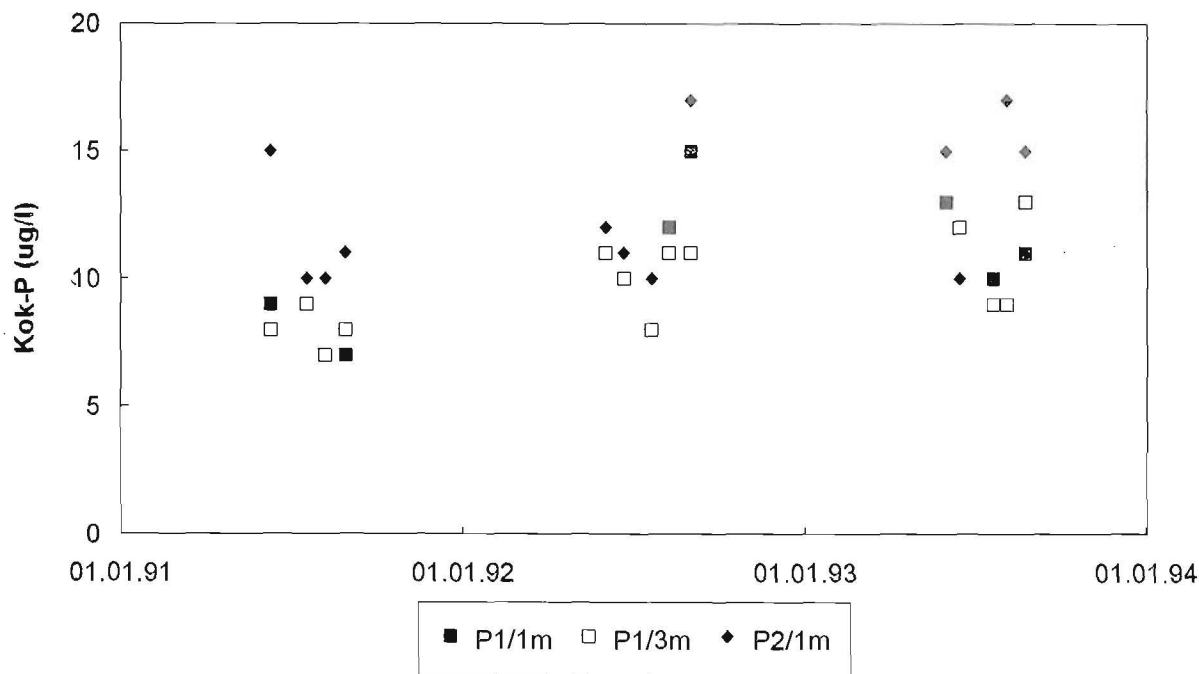


Kuva 18. Labiilin, reaktiivisen ja kokonaisalumiinin pitoisuudet Alisenjärven tulevassa purossa sekä Alisenjärven päällysvedessä kalkituksen jälkeen helmi-kesäkuussa 1993. P1 = syväne ja P2 = matala puoli.

Myrkyllisten alumiinimuotojen esiintyminen on vähäistä niin kauan kuin veden pH-arvo pysyttelee yli 6:n. Toisaalta suora järvikalkitus ei ole pystynyt ehkäisemään Alisessajärves-  
sä sen enempää paikallisia kuin koko päällysvettä koskevaa pH-arvon vaihtelua erityisesti  
keväällä. Käytännössä happamien episodien biologinen merkitys voidaan havaita seurata-  
taessa rapu- ja kalakantojen sekä pohjaeläinyhteisön kehittymistä kalkituksen jälkeen.  
Aliseenjärveen tuleva alumiinimäärä säilyy kuitenkin kalkituksen jälkeenkin suurena,  
koska happamat valumavedet liuottavat edelleen alumiinia maaperästä.

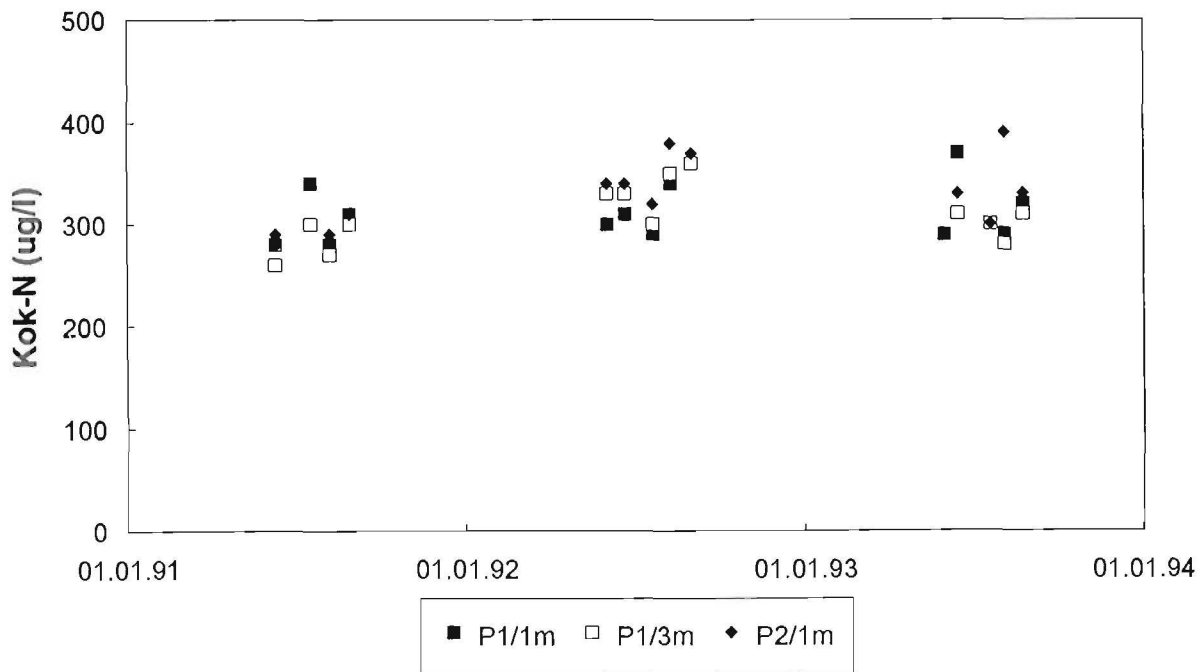
### 5.3.7 Fosfori ja typpi

Alinenjärvi on luonteeltaan niukkaravinteinen. Kokonaisfosforipitoisuus oli tasolla alle 10  $\mu\text{g l}^{-1}$  ja mitatut epäorgaanisen typen pitoisuudet kesällä 1991 olivat säännöllisesti alle 10  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Kalkituksen jälkeen kokonaisravinteiden pitoisuudet päällysvedessä kasvoivat kesäaikana jonkin verran (kuvat 19 ja 20). Kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo päällysvedessä heinä-elokuussa oli ennen kalkitusta vuonna 1991 9  $\mu\text{g l}^{-1}$ , vuonna 1992 12  $\mu\text{g l}^{-1}$  ja vuonna 1993 11  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Vastaavat kokonaistypen pitoisuudet olivat vuonna 1991 304  $\mu\text{g l}^{-1}$ , vuonna 1992 341  $\mu\text{g l}^{-1}$  ja vuonna 1993 313  $\mu\text{g l}^{-1}$ .



Kuva 19. Aliseenjärven kokonaisfosforipitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) päällysvedessä. P1 = syväne ja P2 = matala puoli. Mittausajankohdat: ks. kuva 8.

Aliseenjärven ammonium- ja nitraattitypen osalta mitattiin kesän alussa ja lopussa 1992 ja 1993 korkeampia pitoisuuksia kuin vastaavasti ennen kalkitusta vuonna 1991. Aliseenjärveen tulevassa vedessä mitattiin vuosina 1992 ja 1993 jonkin verran korkeampia kokonaisfosforipitoisuuksia kuin vuonna 1991 (ks. kuva 7).



Kuva 20. Alisenjärven kokonaistyyppipitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) päällysvedessä. P1 = syväne ja P2 = matala puoli. Mittausajankohdat: ks. kuva 8.

Fosforipitoisuuden on joissakin tapauksissa havaittu kohonneen jonkin verran kalkituksen jälkeen (mm. Wright 1985, Porcella 1989, Hörnström ym. 1993), mutta pitoisuuden pienentymistäkin on havaittu (Järvinen ym., painossa).

Yleisesti kalkitukseen liittyen fosforipitoisuuden kohoamista voivat aiheuttaa mm. lisätyn kalkkikivijauheen epäpuhtaudet, lisääntynyt sedimentistä vapautuminen kalkituksen jälkeen tai pienentynyt alumiinin saostuminen. Alisenjärven kalkituksessa käytetty kalkkikivijauhe Vampula 2H sisälsi fosforia korkeintaan 0,022 % (Kjell Wepling, suull. tied.). Kalkituksen yhteydessä vesimassaan liuennut kalkkikivijauheen määrä (17 t 3.6.1992 mennessä) olisi siten voinut teoriassa kohottaa Alisenjärven fosforipitoisuutta keskimäärin korkeintaan  $3 \mu\text{g l}^{-1}$ . Neljä päivää kalkituksen jälkeen (25.5.1992) mitattiin syvemmän osa-altaan päällysvedessä sama fosforipitoisuus kuin päivää ennen kalkitusta, mutta syvemmillä (8 ja 13 m) voitiin havaita  $2 \mu\text{g l}^{-1}$  kohonnut pitoisuustaso. Pari viikkoa kalkituksen jälkeen (3.6.1992) vain 13 metrissä pitoisuus oli enää hieman kohonneella tasolla.

Valunta vaikuttaa ravinnepitoisuuksiin erityisesti varsinaisen kasvukauden ulkopuolella (mm. epäorgaaninen typpi). Typen osalta kalkituksen mahdolliset vaikutukset eivät ole kovin selkeästi ennakoitavissa. Yksittäisiä havaintoja on myös kokonaistyyppipitoisuuden jonkinasteisesta kohoamisesta kalkituksen jälkeen (Wright 1985, Marcus 1988).

Alisenjärven alusveden hapettomuus lisää fosforin liukenemistä pohjalta. Alusveden sekoittuessa seuraavan kerran muuhun vesimassaan mm. ravinteisuus kohoaa myös tuottavassa vesikerroksessa.

Alisenjärven tuottavassa vesikerroksessa (syvännepiste, 1 metrin syvyys) kokonaisravinteiden kok-N:kok-P -suhde oli ennen kalkitusta 31-44 ja kalkituksen jälkeen 22-36. Tämän perusteella näyttää siltä, että ainakin fosfori saattaa rajoittaa levätuotantoa (kok-N:kok-P > 17) (Forsberg ym. 1978). Toisaalta epäorgaaninen typpi oli lähes loppuun käytetty päälyysvedessä loppukesällä 1991 ja 1992 ja täysin loppuun käytetty loppukesällä 1993. Epäorgaanisen typen vähäinen määrä viittaa siihen, että fosfori ja typpi yhdessä rajoittaisivat levien kasvua. Typeä sitovien sinilevien massaesiintyminen ei ole todennäköistä fosforitason pysyessä näin matalana.

### 5.3.8 Magnesium, kalium, natrium, sulfaatti ja kloori

Muiden emäskationien kuin kalsiumin kohdalla ei ole havaittavissa kalkituksen aiheuttamaa muutosta (taulukko 3). Sulfaatin ja kloridin osaltakaan tilanne ei muuttunut (taulukko 3). Sulfaatin pienentynyt pitoisuus johtuu valumavesien pienentyneestä pitoisuudesta vuosina 1992-1993. Aikaisempien havaintojen perusteella niiden emäskationien ja happojen anionien, joita ei ole kalkitusaineessa, pitoisuudet säilyvät muuttumattomina (ks. Wright 1985, Olem 1990, Hörnström ym. 1993, Järvinen ym., painossa).

Taulukko 3. Alisenjärven syvännepisteen päälyysvedestä (1 ja 3 m, keskiarvo) mitatut magnesiumin, kaliumin, natriumin, sulfaatin ja kloridin pitoisuudet (mg l<sup>-1</sup>) tutkimusajanjaksolla 1991-1993.

	Kesä-elokuu 1991 (N=8)	Kesä-elokuu 1992 (N=10)	Kesä-elokuu 1993 (N=9)
	k.a. (vaihteluväli)	k.a. (vaihteluväli)	k.a. (vaihteluväli)
Mg	0,9 (0,9)	0,9 (0,9-1,0)	0,8 (0,8)
K	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)
Na	3,1 (2,9-3,3)	3,2 (2,9-3,4)	3,3 (3,1-3,4)
SO <sub>4</sub>	7,5 (7,3-7,7)	7,2 (7,1-7,7)	6,0 (5,9-6,1)
Cl	5,6 (5,0-6,0)	5,8 (5,3-6,3)	5,7 (5,3-6,2)

Emäskationien samoin kuin sulfaatin ja kloridin pitoisuus Aliseenjärveen tulevassa vedessä on säännönmukaisesti pienempi kuin luusuasta mitatut arvot. Tämän perusteella järvestä mahdollisesti vapautuu näitä aineita sekä ainakin natriumin ja kloorin osalta lähivaluma-alue toimii kuormituslähteenä.



### 5.3.9 Arvio liuenneen kalkkikivijauheen määrästä vuosina 1992-1993

**Sverdrupin järvikalkitusmallin** tulosten perusteella pohjaan vajonneesta kalkkikivijauheesta liukeni vuoden 1993 loppuun mennessä 46 %. Mallilaskelma sisältää oletuksen, että järven viipymä tutkimusajanjaksonakin on 0,5 vuotta eli valunta on keskimäärin  $8,5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ .

**Vedestä mitattujen kalsiumpitoisuuksien** perusteella voidaan myös arvioida kalsiumin liukenemista pohjalta. Ennen kalkitusta vuonna 1991 luusuasta mitatut Ca-pitoisuudet olivat välillä  $2,4\text{--}3,0 \text{ mg l}^{-1}$ . Tästä laskettu keskiarvopitoisuus (olettaen, että 50 % valunnasta tapahtui huhti-toukokuussa) on  $2,7 \text{ mg l}^{-1}$ . Tulevan puron vastaava keskiarvopitoisuus on  $2,1 \text{ mg l}^{-1}$ .

Kalkituksen (21.5.1992) jälkeen mitattiin luusuasta vuonna 1992 Ca-pitoisuuden keskiarvo  $5,5 \text{ mg l}^{-1}$  ( $3,6\text{--}6,7 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja tulevasta purosta vastaavasti  $2,1 \text{ mg l}^{-1}$ .

Vuonna 1993 luusuasta mitattiin Ca-keskiarvo  $3,3 \text{ mg l}^{-1}$  ( $2,8\text{--}4,2 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja tulevasta purosta vastaavasti  $1,9 \text{ mg l}^{-1}$ .

Laskettaessa määrällistä arviota huomioitiin valunnan vaihtelu vuosien 1992 ja 1993 välillä (valuma-arvio Oriveden Paunulanpuron mukaan  $12 \text{ ja } 5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) sekä Ca-varaston muutos Alisenjärven vesimassassa. Ca-pitoisuus ennen kalkitusta (20.5.1992) oli keskimäärin  $2,7 \text{ mg l}^{-1}$  ja loppuvuonna 1993 noin  $5 \text{ mg l}^{-1}$  (21.10. 1 metrissä  $4,3\text{--}4,5 \text{ mg l}^{-1}$ ).

Loppuvuonna 1992 luusuasta ulosvirranneen kalsiumin nettolisäys oli  $5,1 \text{ t}$  ja vuonna 1993  $0,9 \text{ t}$  sekä kalsiumvaraston muutos järvessä  $2,8 \text{ t}$  (taulukko 4). **Kalsiumia** oli siten liennut sekä välittömästi veteen että vähitellen pohjalta yhteensä  $8,8 \text{ t}$ . **Kalkkikivijauhetta** ( $83 \% \text{ CaCO}_3$ ) olisi siten liennut  $26,5 \text{ t}$ . Levityksen yhteydessä pohjaan vajonneesta kalkkikivijauheesta ( $43 \text{ t}$ ) on liennut takaisin näin arvioituna  $22 \%$ .

Sverdrupin järvikalkitusmallin perusteella lähes puolet pohjalle vajonneesta kalkkikivijauheesta olisi pitänyt tulla hyötykäyttöön, kun mitattujen pitoisuuksien perusteella päädyttiin  $22 \%$ :iin. Kokonaisuudessaan levitetystä materiaalista olisi mittausten perusteella tullut  $44 \%$  hyötykäyttöön, kun Sverdrupin malli ennusti  $61 \%$ .

Usein on arvioitu kalkkikivijauheen takaisin liukenemisen ajoittuvan kahden ensimmäisen vuoden ajalle (Sverdrup ja Bjerle 1983, Sverdrup 1984). Sverdrupin laskentamalli arvioi edelleen Alisessäjärvessä vuoden 1994 loppuun mennessä liuenneen osuuden edelleen kohonneen  $46 \%$ :sta  $59 \%$ :iin.

**Uudelleenhappamoituminen** ( $\text{pH} < 6$ ) toteutuu järvessä, jonka viipymä on 0,5 vuotta, Ruotsin virallisen kalkitusoppaan (Bingman 1988) nomogrammikuvan mukaan 1-2,5 vuoden kuluttua kalkituksesta. Sverdrupin mallilaskelman perusteella Alisenjärven vesimassan keskimääräinen pH-arvo olisi laskenut alle 6:n keväällä 1994.

Käytännössä neutraloitunut vesi ei ole Alisessajärvessä jakautunut tasaisesti koko vesimassaan kuin lyhyen aikaa vuodesta. Todennäköisesti Sverdrupin mallin ennustama uudelleen happamoitumiseen kuluva aika on kohdallaan, vaikka pohjalta takaisin liukeneva kalkkikiven määrä on todellisuudessa pienempi, sillä ulosvirtaavan kalsiumin määrä epätasaisesta jakautumisesta johtuen on myös ennustettua vähäisempi.

Pohjalta takaisin vesimassaan on liennut 8,8 t kalkkikivijauhetta. Vastaavan liuenneen määrän saavuttaminen esim. Vampula 2H:n kuivalevityksenä edellyttää tätä huomattavasti suuremman annoksen levittämistä.

Taulukko 4. Alisenjärven kalsiumtase ja kalsiumin ja kalkkikiven liukeneminen kalkitusajankohdasta vuoden 1993 loppuun.

<b>Ca-tase:</b>	<b>Poistuva Ca (t)</b>	<b>Taustapoistuma Ca *) (t)</b>
Kesä-joulu 1992	10,0	4,9
Tammi-joulu 1993	<u>5,0</u>	<u>4,1</u>
Yht.	15,0	9,0
	<b>Ca vesimassassa</b>	
	<b>(t)</b>	
Ennen kalkitusta 1991	3,3	
Syksy 1993	6,1	
<b>Pohjalta liennut Ca:</b>	<b>(t)</b>	
(kesä 1992-joulu 1993)		
Nettopoistuma :	+6,0	
Varastomuutos:	+2,8	
Välittömästi liennut osuus:	<u>-5,6</u>	
Yht.	3,2	
Yht. kalkkikiveä	9,6 (22 % vajonneesta määrästä)	
<b>Kalkkikiven kokonaisliukeneminen:</b>	<b>(%)</b>	
(vuoden 1993 loppuun mennessä)		
Välittömästi	28	
Pohjalta	<u>16</u> (levitetystä määrästä)	
Yht.	44	

\*) Kalsiumin taustapoistuma on laskettu huomioiden Ca-pitoisuuden vaihtelu tulevassa purossa (poistuvan veden arvioitu taustapitoisuus loppuvuonna 1992 2,7 mg l<sup>-1</sup> ja 1993 2,4 mg l<sup>-1</sup>).

## 5.4 Johtopäätökset

Alinenjärvi on happamoitunut ilmaperäisen kuormituksen vaikutuksesta muutaman viimeisen vuosikymmenen aikana. Happamoituminen on edennyt tasolle, jossa herkkimmät eliöt kärsivät. Näköpiirissä olevien rikkipäästöjen rajoittamissuunnitelmien toteuttaminen näyttäisi turvaavan ahvenen elinolosuhteet. Sen sijaan Alisenjärven harventunut rapukanta ei olisi todennäköisesti selviytynyt ilman kalkitusta mm. päästöjen vähentymisen ja järven tilan parantumisen välisen aikaviiveen vuoksi.

Aliseenjärveen liukeni kalkituksen yhteydessä toukokuun lopulla 1992 sekä nopeasti sen jälkeen yhteensä 17 t kalkkikivijauhetta eli 28 % levitetystä määrästä. Vuoden 1993 loppuun mennessä voidaan arvioida kaikkiaan vajaan puolet levitetystä kalkkikivijauheesta liuenneen veteen. Puolessatoista vuodessa pohjalta takaisin liuenneen kalkkikivijauheen määrä oli ennakoitua pienempi, mutta kuitenkin merkittävä.

Lumen sulamiseen liittyvät happamat episodit vaivasivat Alistajärveä sekä ennen kalkitusta että kalkituksen jälkeen. Suora järvikalkitus ei tässä järvestä, jossa vesi vaihtuu nopeasti, pystynyt suojaamaan keväällä ylintä vesikerrosta tai pienten purojen laskupaikkojen läheisiä alueita lisähappamuudelta ja siihen liittyviltä myrkyllisiltä alumiinin esiintymismuodoilta. Episodit toisaalta ehkäisivät kalsiumin ulosvirtausta järvestä.

Alisenjärven alusvesi kärsi hapettomuudesta luonnollisista syistä talvesta 1992-1993 alkaen. Koska kevättäyskiertoa ei tapahtunut toukokuussa 1993, hapettomuus pahentui seuranneena kesänä. Kalkituksen vaikutukset saattavat jonkin verran edesauttaa alusveden heikon happitilanteen säilymistä.

Valunnan humuspitoisuus oli korkeampi vuosina 1992 ja 1993 kuin vuonna 1991, mikä näkyi myös Alisessajärvestä kohonneena orgaanisen hiilen pitoisuutena. Kohonnut humuspitoisuus lisäsi väriarvoa ja vähensi näkösyvyyttä. Veden samentumista ei havaittu enää muutaman päivän kuluttua kalkituksesta. Kalkituksen jälkeen kohosivat sen sijaan veden pH- ja alkaliniteettiä arvot sekä kalsiumpitoisuus odotetusti.

Ravinteisuus Alisessajärvestä erityisesti fosforin osalta oli jonkin verran korkeampi vuosina 1992 ja 1993 kuin kalkitusta edeltävänä vuonna 1991. Tähän voivat vaikuttaa sekä valumavesien hieman korkeampi fosforipitoisuus kalkituksen jälkeisinä vuosina että kalkitusaineen epäpuhtautena sisältämä fosfori.

Kalkituksen ansiosta alumiinin ja mangaanin kokonaismäärät alenivat päällysvedessä loppukesällä. Myrkyllisen labiilin alumiin määrät vedessä olivat vähäisiä veden pH-arvon ollessa yli 6:n. Kalkitukseen jälkeen havaittiin merkkejä lievistä alumiinin saostumisista 2 viikon aikana syvännepuolella.

## 6 ALISENJÄRVEN HYDROBIOLOGISET TUTKIMUKSET

**Martti Rask<sup>1</sup>, Pasi Iivonen<sup>2</sup>, Teuvo Järvenpää<sup>1</sup>, Jaakko Mannio<sup>2</sup>, Kari Nyberg<sup>3</sup> ja Eira Railo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

<sup>2</sup>Vesi- ja ympäristöhallitus

<sup>3</sup>Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos

### 6.1 Tutkimusten tausta

Nokialla sijaitsevan Alisenjärven valuma-alue tuli mukaan happamoitumistutkimuksiin vuonna 1985, kun järviketjun kaksi ylintä järveä, Pitkälampi ja Ruokejärvi, koekalastettiin osana Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen HAPROon liittyneitä tutkimuksia. Alisenjärven tutkiminen aloitettiin vuonna 1986 koekalastuksin ja -ravustuksin. Koeravustuksia on siitä lähtien tehty vuosittain ja kalastuksiakin kahden vuoden tauon jälkeen vuodesta 1989 eteenpäin.

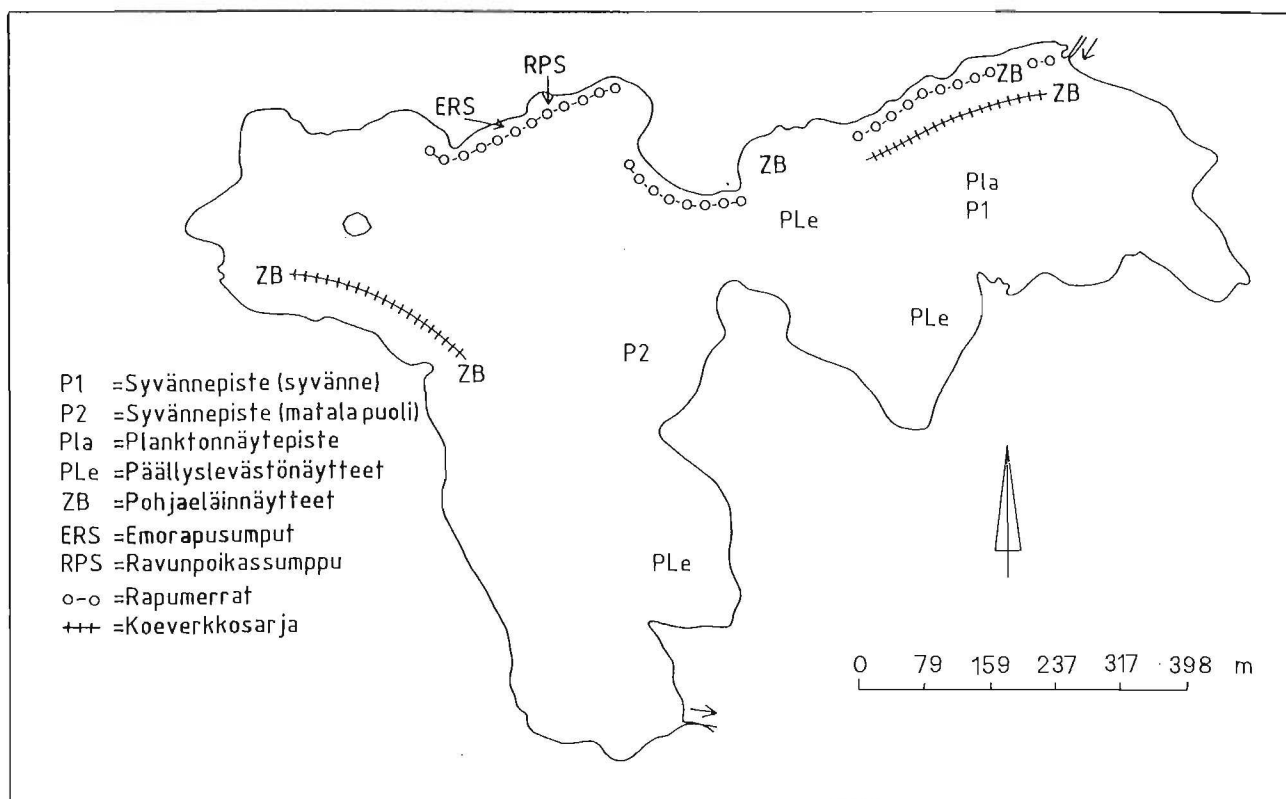
Keskustelua Alisenjärven neutraloimisesta on käyty ainakin 1980-luvun loppupuolelta lähtien. Hankkeen toteuttaminen osana vesi- ja ympäristöhallituksen asettaman kalkitusryhmän koeneutralointiohjelman on tarjonnut edellytykset kalkituksen vesibiologisten vaikutusten monipuoliseen tarkasteluun. Käytännössä työ on toteutettu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja vesi- ja ympäristöhallituksen tutkijoiden yhteistyönä. Alisenjärven koeneutralointi (Frisk 1993) on yhdessä Evolla toteutettavan Ison Valkjärven kalkituskokeen kanssa (Järvinen ym. 1992) alansa tärkein tutkimushanke Suomessa. Alisenjärvi kalkittiin ensimmäisen kerran keväällä 1992, joten tähän yhteenvetoon on voitu koota biologisia neutralointivasteita kahden vuoden ajalta. Koska neutraloinnin vasteet eri eliöryhmissä ilmenevät vaihtelevan mittaisen, jopa useiden vuosien viiveen jälkeen, on tässä esitettäviä tuloksia pidettävä vielä monilta osin alustavina.

### 6.2 Menetelmät

Tavoitteena on selvittää monipuolisesti neutraloinnin vaikutuksia Alisenjärven eliöyhteisöön. Ohjelmaan ovat kuuluneet vuodesta 1991 lähtien kalojen ja rapujen ohella kasviplanktonin, päällyslävästön, eläinplanktonin, sekä pohjaeläimistön tutkiminen.

Kasviplanktonnäytteet otettiin syvännenäytesteeltä (P1, kuva 21) 0-2 m:n kokoomanäytteinä Limnos-noutimella viisi kertaa kasvukauden aikana vuosina 1991-1993. Kasviplanktonin lajisto määritettiin käänteismikroskoopilla ja biomassa märkäpainona.

Kalkituksen vaikutusta Alisenjärven perifytonin määrään tutkittiin inkuboimalla 1 metrin syvyydessä muovilevyjä 3-4 viikkoa kerrallaan. Inkuboinnit toteutettiin kesä-elokuussa 1991-1993 lähellä rantaa kolmessa pisteessä (uimaranta, kapeikko, luusuan lähialue, kuva 21). Kunkin telineen kolmesta levystä raaputettiin koko biomassa  $\alpha$ -klorofyllimääritystä varten ja yhden levyn kasvusto käytettiin lajinmääritykseen. Pintalävästön lajistosta on tietoja vuosilta 1991-1992.



Kuva 21. Alisenjärven biologisen tutkimuksen näytteenottoaikat ja koeverkkosarjojen, rapumertojen ja -sumppujen sijainnit.

Eläinplanktonnäytteitä otettiin Alisenjärven syvännepisteeltä kokoomanäytteinä syvyyksiltä 0-2 m, 2-6 m ja 6-14 m. Näytteet otettiin putkinoutimella (Sormunen), siivilöitiin 50  $\mu\text{m}$ :n haavilla ja määritettiin käänneismikroskoopilla.

Pohjaeläinnäytteet otettiin vuosina 1991-1993 syyskuun alussa viidestä noin kahden metrin syvyydellä olevasta vakituudesta näytteenottopisteestä (kuva 21). Näytteet otettiin Kajak-tyyppisellä putkinoutimella (64 cm<sup>2</sup>), 5 nostoa kustakin pisteestä, ja seulottiin 0,5 mm:n seulalla. Etanoliin säilötyt näytteet poimittiin ja määritettiin laboratoriossa, biomassat määritettiin säilötyinä märkämässana SFS-standardin 5076 mukaisesti.

Kalakantojen rakennetta ja lajien välisiä runsaussuhteita tutkittiin pääasiassa verkkokoekalastuksin. Koekalastuksissa käytettiin kahdeksan 1,8 x 30 m:n verkon sarjaa, jossa silmäharvuudet olivat 12-60 mm (ks. Raitaniemi ym. 1988). Kunkin kesän pyyntiponnistus oli 1-3 verkkosarjayötä. Samalla otettiin näytteet kalojen iän, kasvun, ravinnon ja elohopeapitoisuuden määrittämiseen. Iän ja takautuvaan kasvunmääritykseen käytettiin ahvenella kiduskannen luuta (operculum) ja särjellä suomua. Verkkosarjapyyntien lisäksi kerättiin poikasnäytteitä tiheäsilmäisillä (5-8 mm) verkoilla. Ylisenjärven ja Alisenjärven välinen puro sähkökoekalastettiin vuonna 1993. Ahvenen ravintoa tutkittiin 14-16 cm:n mittaisista kaloista ravintokohteiden silmämääräiseen suhteellisen tilavuuden arviointiin perustuvalla pistemenetelmällä. Elohopeamääritykset tehtiin kalojen selkähaksesta otetuista näyteistä kylmähöyry-AAS-menetelmällä (Verta 1990).

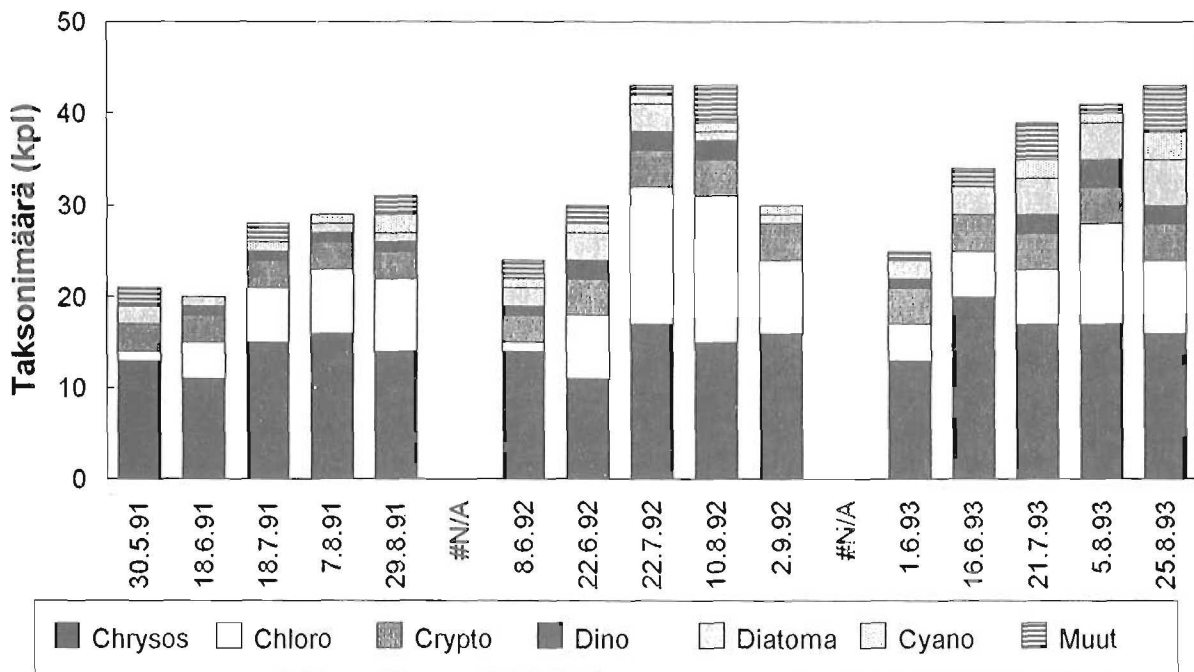
Rapukannan rakennetta tutkittiin koeravustuksin (Tuunainen ym. 1986) ja kannan koko arvioitiin merkinnällä ja takaisinpyynnillä (Tuunainen ym. 1987). Ravun lisääntymisen onnistumista tutkittiin koko lisääntymiskierron mittaisilla sumputuskokeilla (sumppujen sijainti, ks. kuva 21). Kokeissa käytettiin vesivanerista ja muoviverkosta tehtyjä 60 x 40 x 25 cm:n suuruisia sumppuja (Tuunainen ym. 1988). Kesällä 1993 testattiin vastakuoriutuneiden ravun poikasten elinkelpoisuutta rantaveteen asennetussa verkkosumppussa.

## 6.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 6.3.1 Kasviplankton

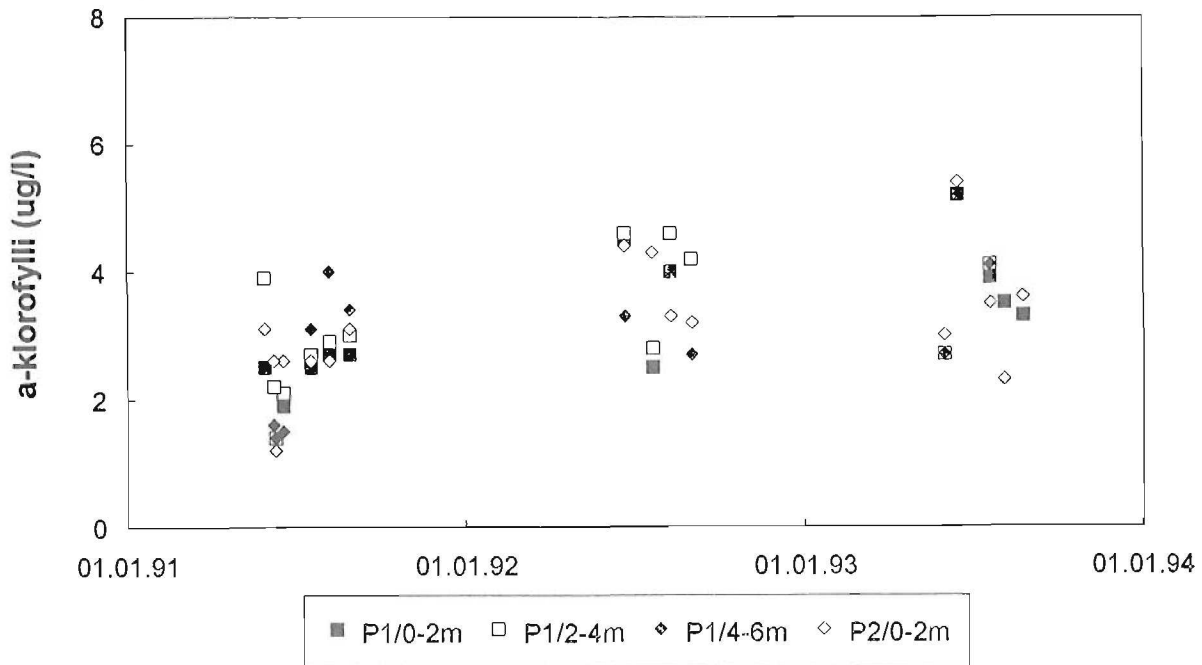
Kasviplanktonin lajisto muodostui Alisessajärvässä pääasiallisesti kultalevivistä (*Chrysophyceae*), joita oli noin puolet taksonista, sekä viherlevistä (*Chlorophyceae*) ja nielulevivistä (*Cryptophyceae*). Taksonien kokonaismäärä oli vuosina 1992 ja 1993 kalkitusta edeltävää vuotta suurempi, lähinnä viherlevälajiston runsastumisen johdosta (kuva 22).

Taksonien lukumäärän keskiarvo oli ennen kalkitusta kesällä 1991 26, kesällä 1992 34 ja kesällä 1993 36. Tikkanen (1986) esittää 13 suomalaisen oligotrofisen esimerkkijärven kokonaislajimääräksi 35-49. Kasviplanktonin lajirunsauden on usein havaittu lisääntyneen happamoituneen järven kalkituksen ansiosta (ks. Olem 1990, Salonen ym. 1990). Toisaalta humusjärvisissä kasviplanktonin lajilukumäärät eivät välttämättä lisäännä kalkituksen jälkeen (Raddum ym. 1980). Lisäksi lajien osittaiseenkin palautumiseen voi liittyä muutaman vuoden viive (Hörnström ym. 1993).



Kuva 22. Alisjärven kasviplanktonin leväryhmien osuudet kokonaislajimäärästä kesällä 1991-1993. Näytesyvyys 0-2 m.

Veden  $\alpha$ -klorofyllipitoisuus kohosi hieman kalkituksen jälkeen (kuva 23). Muutos voi liittyä jonkin verran kohonneeseen ravinteisuuteen. Yleisesti ottaen päällysveden  $\alpha$ -klorofyllitaso pysytteli varsin pienenä korkeimpien mittaustulosten ollessa alle  $5 \mu\text{g l}^{-1}$ .



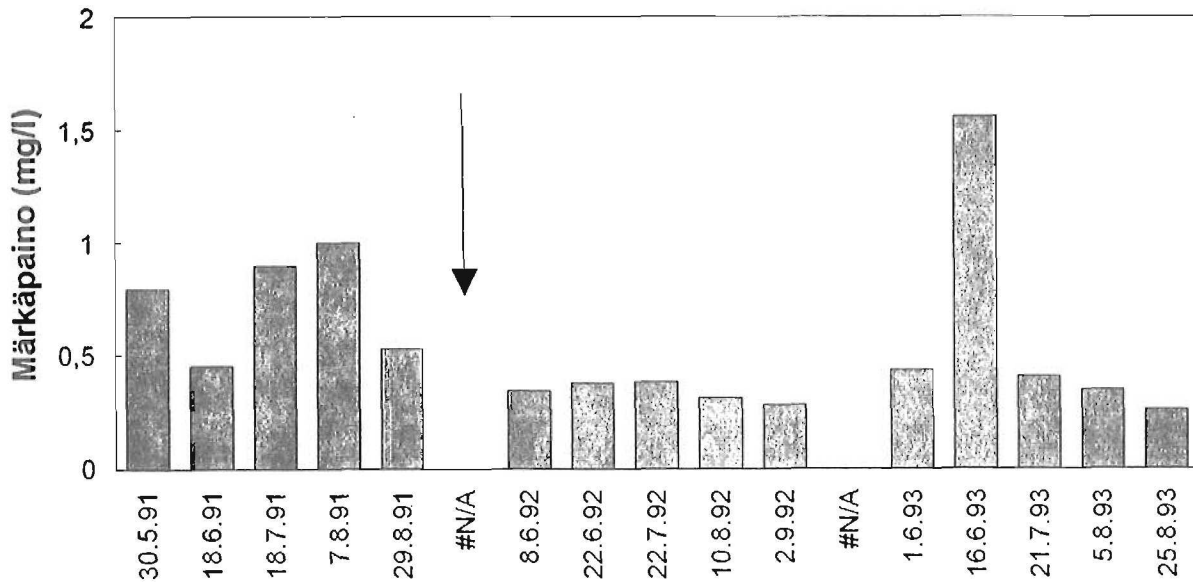
Kuva 23. Alisenjärven veden  $\alpha$ -klorofyllipitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) kesällä 1991-1993. P1 = syväne ja P2 = matala puoli.

Päällysveden (0-2 m) kasviplanktonin biomassan keskiarvo vuosina 1991-1993 oli  $0,33-0,81 \text{ mg l}^{-1}$  (tuorepaino). Biomassat olivat yleensä kalkituksen jälkeen pienempiä kuin ennen sitä, mutta korkein arvo,  $1,56 \text{ mg l}^{-1}$ , mitattiin kesäkuussa 1993 (kuva 24). Havaittu biomassan huippurvo aiheutui *Rhizosolenia longiseta* -piilevästä, joka muodosti havaintoajankohtana yksin biomassasta 55 %. Heinosen (1980) luokittelun perusteella Alisenjärven keskimääräinen kasviplanktonbiomassa sijoittui - myös ennen kalkitusta - luokkien oligotrofinen ( $0,21-0,50 \mu\text{g l}^{-1}$ ) ja alkava rehevöityminen ( $0,51-1,00 \mu\text{g l}^{-1}$ ) välille. Kalkituksen jälkeen on havaintoja sekä kasviplanktonin tuotannon ja biomassan kohoamisesta, ainakin väliaikaisesti kalkituksen jälkeen, että myös havaintoja lyhytaikaisesti alentuneista biomassoista (ks. Olem 1990). Välittömän shokkivaikutuksen lisäksi muutokset eläinplanktonin koostumuksessa voivat vaikuttaa kasviplanktoniin (Hultberg ja Andersson 1982). Eläinplanktonin tärkein säätelijä ovat puolestaan kalat.

Kultalevät muodostivat valtaosan Alisenjärven kasviplanktonin biomassasta kaikkina tutkimusvuosina (taulukko 5). Vain elo-syyskuun vaihteessa 1991 ja 1992 nielulevät ja kesäkuussa 1993 piilevät muodostivat valtaosan biomassasta. Kultalevien osuus biomassasta oli heinäkuun puolenvälin ja elokuun alun näytteissä pienempi kalkituksen jälkeisinä vuosina kuin ennen kalkitusta. Kuukausi kalkituksen jälkeen kultalevät muodostivat 70 % biomassasta, mikä on selvästi suurempi osuus kuin vuosina 1991 ja 1993 kesäkuun puolessa välissä. *Uroglena sp.* -kultalevälajit muodostivat ennen kalkitusta hyvin merkittävän osan biomassasta suurimman ajan kesästä vuonna 1991, mutta kalkituksen jälkeen lähinnä vain kesäkuun alussa. *Mallomonas sp.* näyttää muodostavan suuremman osan biomassasta kalkituksen jälkeen. Niinä ajankohtina, jolloin *Mallomonas*-lajit muodostivat suhteellisesti merkittävimmän osuuden eli kesäkuun puolivälissä 1991 ennen kalkitusta ja



kesäkuun alussa 1993 koostui biomassa *Mallomonas caudata* -lajista. *Pseudopedinella* sp.:n suhteellinen osuus suureni kalkituksen jälkeen. *Stichogloea olivacean* osuus oli yleensä hyvin pieni paitsi kuukausi kalkituksen jälkeen, jolloin se muodosti yksin 55 % biomassasta.



Kuva 24. Alisenjärven kasviplanktonin biomassa (märkäpaine, mg l<sup>-1</sup>) kesällä 1991-1993.

Nielulevien osuudessa ei tapahtunut olennaista samansuuntaista muutosta kalkituksen jälkeen. Elokuun lopussa 1992 nielulevät muodostivat poikkeuksellisen suuren osuuden eli 62 % biomassasta. Kesällä 1993 nielulevien osuus pysytteli elokuulle saakka muihin vuosiin verrattuna alhaisempana. *Cryptomonas*-lajien osuus biomassasta väheni kalkituksen jälkeen. *Rhodomonas lacustris* -lajin osuus kasvoi kalkituksen jälkeen. *R. lacustris* muodosti kalkituksen jälkeisenä kesänä syyskuun alussa yksin 53 % biomassasta. *Katableharris ovalis* runsastui jonkin verran kalkituksen jälkeen, mutta se ei missään näytteessä muodostanut yli 7 % biomassasta.

Viherlevien osuus pysytteli yleensä alle kymmenesosassa biomassasta lukuunottamatta joitakin havaittuja suurempia arvoja, jotka olivat ennen kalkitusta vuonna 1991 17 % ja vuonna 1992 16 %. Vuonna 1993 vastaavaa suurentunutta biomassaosuutta ei havaittu. Näytteenottokertojen vähäisyyden takia todellisten biomassahuippujen tavoittaminen on melko epävarmaa. *Monomastix* sp. muodosti kesäkuun puolivälissä ennen kalkitusta 6 % biomassasta ja *Botryococcus braunii* vastaavasti 10 % sekä kuukautta myöhemmin 7 %, mutta tämän jälkeen molempien osuudet pysyttelivät merkityksettöminä.

Piilevien osuus näytti suurenevan kalkituksen jälkeen. Ennen kalkitusta piilevien osuus kasviplanktonin biomassasta oli vähäinen. Vuonna 1992 piilevien osuus nousi maksimis- saan heinäkuussa 7 %:iin. Vuonna 1993 piilevää oli muutoin alle 10 % paitsi kesäkuun puolivälissä em. huippuarvo 55 % ja heinäkuussakin 17 %. Kalkituksen jälkeen esiintyivät runsastuneena mm. *Rhizosolenia longiseta*, *Tabellaria fenestrata* ja *Synedra* sp. *R. longiseta* yksin muodosti kesäkuun puolivälin näytteessä vuonna 1993 55 % biomassas- ta.



Sinilevien osuus ei muuttunut kalkituksen jälkeen. Korkein arvo havaittiin elokuun lopussa ennen kalkitusta vuonna 1991, jolloin biomassan muodosti lähinnä *Merismopedia tenuissima*. Panssarilevien osuus näytti suurenevan kalkituksen jälkeen heinäkuun puolivälin ja elokuun alun näytteissä. Kalkituksen jälkeen havaittiin runsaammin *Peridinium umbonatum* -lajia. Keltalevien osuudessa ei havittu selkeää muutosta.

Taulukko 5. Eri leväryhmien osuudet (%) kasviplanktonin biomassasta kesä-elokuussa 1991-1993.

Ennen kalkitusta 1991					
	<u>30.5.</u>	<u>18.6.</u>	<u>18.7.</u>	<u>7.8.</u>	<u>29.8.</u>
Kultalevät	83	49	55	61	40
Nielulevät	15	32	29	32	44
Viherlevät	1	17	9	4	7
Piilevät	<1	<1	0	<1	1
Sinilevät	0	0	1	2	8
Panssarilevät	0	1	7	2	<1
Keltalevät	<1	0	<1	0	<1
Kalkituksen jälkeen 1992					
	<u>8.6.</u>	<u>22.6.</u>	<u>22.7.</u>	<u>10.8.</u>	<u>2.9.</u>
Kultalevät	64	70	34	43	24
Nielulevät	30	16	31	29	62
Viherlevät	<1	8	16	8	9
Piilevät	2	1	7	4	<1
Sinilevät	<1	1	3	<1	5
Panssarilevät	2	2	9	9	0
Keltalevät	1	2	0	5	0
Kalkituksen jälkeen 1993					
	<u>1.6.</u>	<u>16.6.</u>	<u>21.7.</u>	<u>5.8.</u>	<u>25.8.</u>
Kultalevät	83	39	39	48	42
Nielulevät	7	3	16	21	37
Viherlevät	4	2	4	7	9
Piilevät	3	55	17	8	4
Sinilevät	0	0	1	1	3
Panssarilevät	2	0	21	14	4
Keltalevät	<1	0	0	0	<1

Kasviplanktonlajistossa on usein kalkituksen jälkeen havaittu muutos panssarilevien dominanssista kulta-, pii- ja viherlevien dominanssiin (Dillon ym. 1979, Hultberg ja Andersson 1982, Eriksson, F. ym. 1983, Hörnström ja Ekström 1986). Alisessajärvässä ei ollut odotettavissa etukäteenkään kovin dramaattisia muutoksia, koska kasvukauden aikaiset päällysveden pH-arvot olivat ennen kalkitustakin kohtuullisen korkeita. Esimerkiksi heinä-elokuussa 1991 Alisenjärven pH-arvo oli 1 metrin syvyydessä 6,0-6,2 ja 3 metrin syvyydessäkin 5,8-6,2.

### 6.3.2 *Ophrydium* sp. -alkueläin

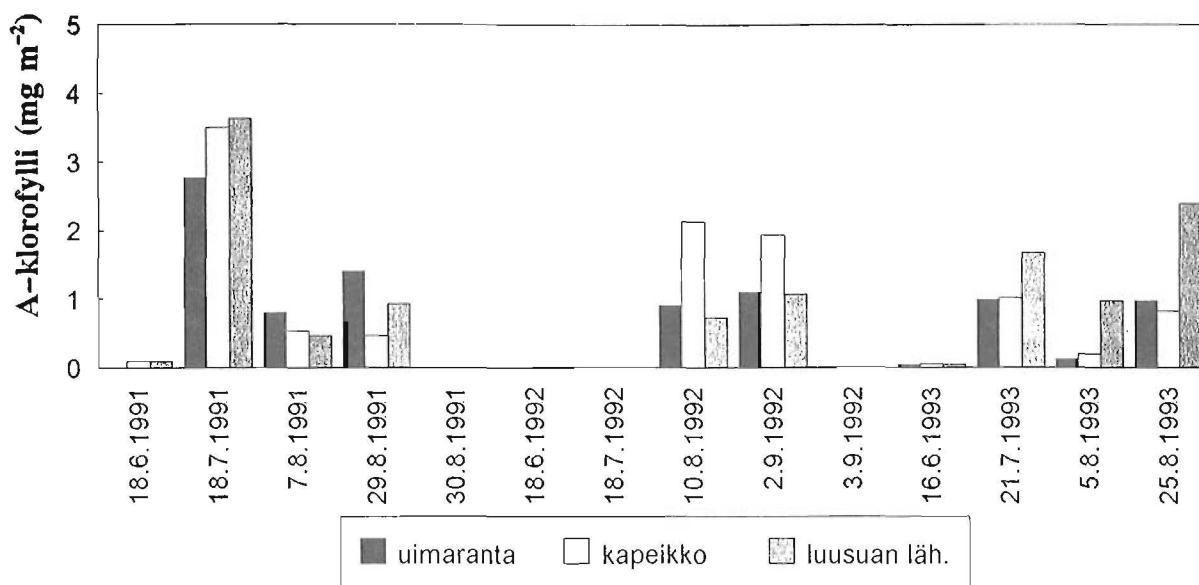
Alisessajärvässä havaittiin kalkituksen jälkeen syksyllä 1993 rantavyöhykkeellä runsaasti vihreitä limapalloja, jotka olivat *Ophrydium* sp. -ripsieläimiä. Näytteiden vihreä väri tuli *Chlorella*-viherlevästä, joka elää symbioosissa ripsieläimen kanssa. Syksy (lokakuu) on tyypillinen ajankohta *Ophrydiumin* massaesiintymiselle. Suoranaista yhteyttä *Ophrydium* sp.:n ja kalkituksen välillä ei voida osoittaa. Syksyllä 1993 havaittiin myös Lammin biologisella asemalla samaa ripsieläintä koealtaassa, jossa käytettiin Lammin Pääjärven vettä pH-arvoltaan 6,5:n vaiheilla (Lauri Arvola, suull. tied.). Myös Alisenjärven päällysveden pH-arvo oli syksyllä 1993 noin 6,5.

### 6.3.3 Päällyslevästö

Alisenjärven päällysleväston suurimmat  $\alpha$ -klorofyllin määrät mitattiin heinäkuussa 1991 inkubointijakson 18.6-18.7. jälkeen (kuva 25). Tällöin kolmen mittauspaikan keskiarvo oli 3,3 mg m<sup>-2</sup>. Lukuunottamatta mainittua ajankohtaa pintalevästöä esiintyi hieman runsaammin kalkituksen jälkeisinä kesinä (kuva 25). Pintalevästön määrän lievä kasvu voi johtua hieman kohonneesta ravinteisuudesta. Toisaalta 3-4 viikon inkubointiajan kuluessa levyille on kehittynyt oma eliöyhteisönsä, jolloin leväston määrään vaikuttaa tuotannon ohella myös muutokset laidunnuspaineessa.

Lajiston osalta havaittiin joitakin selviä muutoksia heti kalkituksen jälkeisenä kesänä. Alisenjärven kalkitus siirsi piilevästön pH-spektriä indifferentti-painotteisesta alkalifiilien suuntaan. Alkalifiilistä-indifferenttiä *Tabellaria fenestrataa* ei ennen kalkitusta vuonna 1991 havaittu lainkaan, mutta vuonna 1992 sen osuus lukumäärästä oli merkittävä kaikissa näytteissä. *T. fenestratan* lisääntyminen näytti tapahtuvan lähinnä *Tabellaria flocculosa*n (indifferentti-asidofiili) kustannuksella. Alkalifiilisten *Gomphonema* sp. ja *Achnantes* sp. epifyyttien määrä kasvoi ja happamuutta suosivan *Eunotia* sp.:n määrä väheni.

Asidobionttien ryhmän kasvaminen johtui *Tabellaria binaliksen* hyötymisestä muuttuneissa olosuhteissa. Näyttää siltä, että *T. fenestrata* ja *T. binalis* hyöttyivät kalkituksesta. Myös asidofiilinen *T. quadrisepata* lisääntyi kalkituksen jälkeen.



Kuva 25. Perifytonin (päällyslevästö) a-klorofyllimäärä ( $\text{mg m}^{-2}$ ) 1 metrin syvyydellä inkuboiduissa muovilevyissä. Päivämäärät ilmoittavat inkuboinnin alkamis- ja päättymisajankohdat.

#### 6.3.4 Eläinplankton

Eläinplanktonin kokonaistiheys oli kalkituksen jälkeen vuonna 1992 edellisen vuoden kaltainen (taulukko 6). Sen sijaan eri eläinplanktonryhmien väliset runsaussuhteet muuttuivat huomattavasti ja äyriäisplanktonin tiheys vuonna 1992 oli 2-3 kertaa edellisvuotista suurempi.

Rataseläimet (Rotifera) edustivat lukumääräisesti suurta osaa eläinplanktonista, mutta biomassaan niiden vaikutus on vähäinen. Rataseläinten tiheys oli hyvin pieni kalkitusta seuraavana kesänä vuonna 1992 (kuva 26), mutta palautui päällysvedessä (0-2 m) entiselle tasolle seuraavana kesänä. Suurin tiheys havaittiin syvyysvyöhykkeessä 2-6 m kesällä 1993. Rataseläimistä lukumääräisesti runsaimpina esiintyivät *Kellicottia longispina* ja *Conochilus spp.*, joiden osuus kaikissa 0-2 metrin näytteissä oli 70-78 %. Edellä mainitut lajit yhdessä *Polyartha spp.*:n ja *Keratella cochlearis* -lajin kanssa muodostivat rataseläinten lukumäärästä vähintään 90 % melkein kaikissa näytteissä sekä ennen kalkitusta että kalkituksen jälkeen.

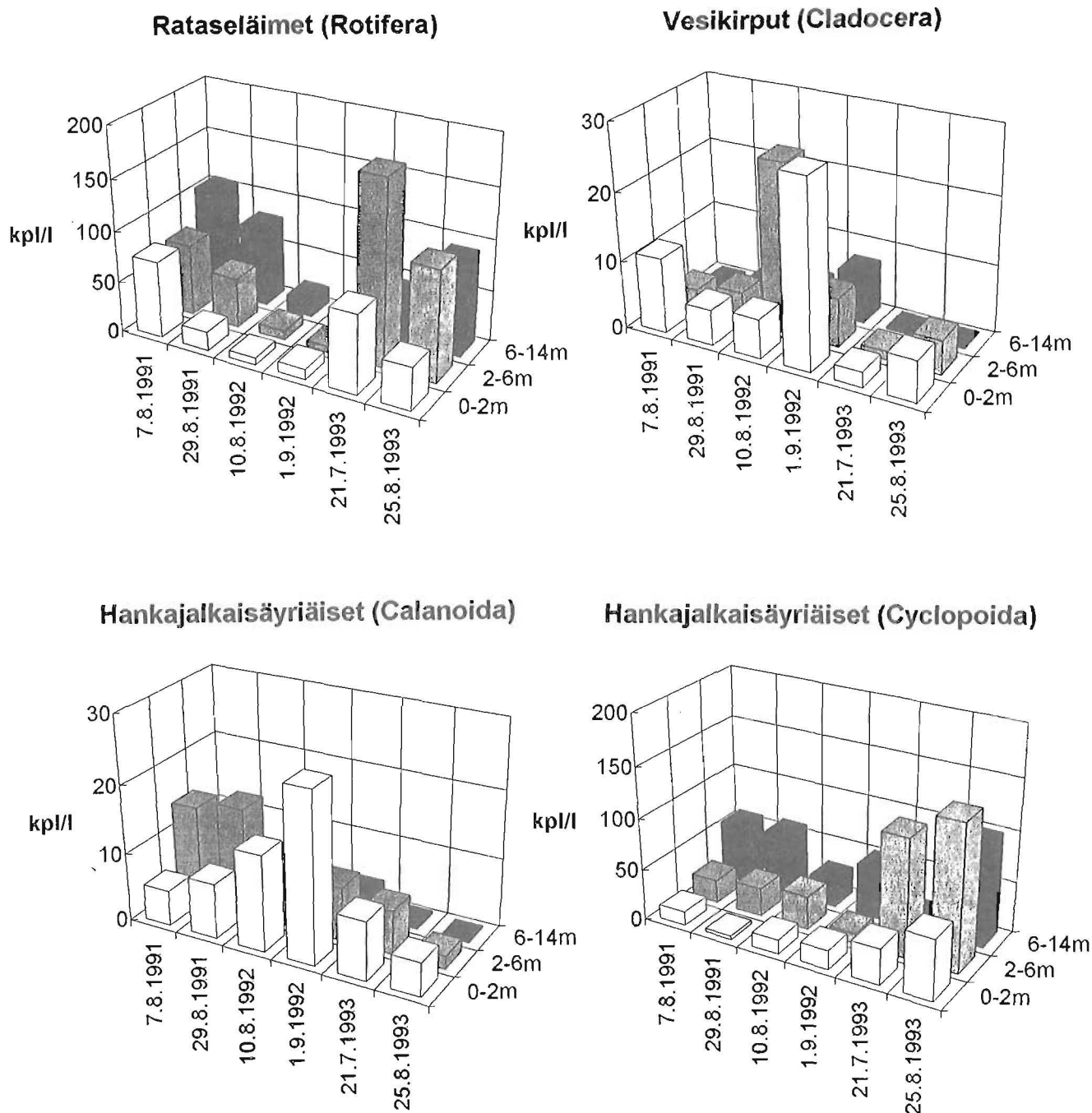
Vesikirppujen (Cladocera) suurimmat tiheydet mitattiin kalkitusta seuraavana kesänä 1992 päällysvedestä ja 2-6 m:n syvyydestä (kuva 26). Vuonna 1993 vesikirppujen tiheys oli jälleen pieni, samaa suuruusluokkaa kuin ennen kalkitusta kesällä 1991. Vesikirpuista runsaimpina esiintyivät *Limnoscida frontosa*, *Bosmina coregoni* ja *Daphnia cristata*. Nämä selittivät vesikirppujen lukumäärästä 0-2 metrin näytteessä ennen kalkitusta 100 %, elokuussa 1992 98 % ja vuonna 1993 89 %. *L. frontosa* runsastui päällysvesinäytteessä kalkituksen jälkeen 16 %:sta (1991) 23 %:iin (1992) ja 59 %:iin (1993). Muissakin syvyyksissä nämä kolme lajia selittivät ennen kalkitusta ja kalkituksen jälkeen lähes koko vesikirppujen lukumäärän.

Taulukko 6. Eläinplanktonryhmien osuudet (%) kokonaislukumäärästä 0 - 2 m:ssä ennen kalkitusta loppukesällä 1991 ja kalkituksen jälkeen vuosina 1992 ja 1993. Kunkin vuoden lukuarvot ovat kahden näytteenottoajankohdan keskiarvoja.

	Vuosi 1991 (7.8./29.8.)	Vuosi 1992 (10.8./2.9.)	Vuosi 1993 (21.7./25.8.)
Rataseläimet (Rotifera)	67	14	50
Vesikirput (Cladocera)	12	27	4
Hankajalkaisäyriäiset (Calanoida)	9	32	6
Hankajalkaisäyriäiset (Cyclopoida)	12	27	40
Kokonaistiheys (kpl l <sup>-1</sup> )	70	61	117

Hankajalkaisäyriäisistä lahko Calanoida esiintyi runsaimpana päällysvedessä (0-2 m) kalkituksen jälkeen elokuussa 1992. Pienimmät tiheydet mitattiin puolestaan loppukesällä 1993 (kuva 26). Calanoida-äyriäisistä yleisimpiä olivat *Eudiaptomus*-lajit. Ne muodostivat yli 80 % kaikissa näytteissä em. äyriäisistä. *Eudiaptomus gracilis* runsastui 2-6 metrin näytteissä kalkituksen jälkeen 9 %:sta vuonna 1991, 36 %:iin vuonna 1992 ja 26 %:iin vuonna 1993. Lahkon Cyclopoida äyriäisten suurimmat tiheydet havaittiin eri vesikerroksissa kesällä 1993 (kuva 26). *Cyclopoida*-äyriäisistä runsaimpana esiintyi *Thermocyclops oithonoides* sekä nauplius-toukat ja kopepodiitit.

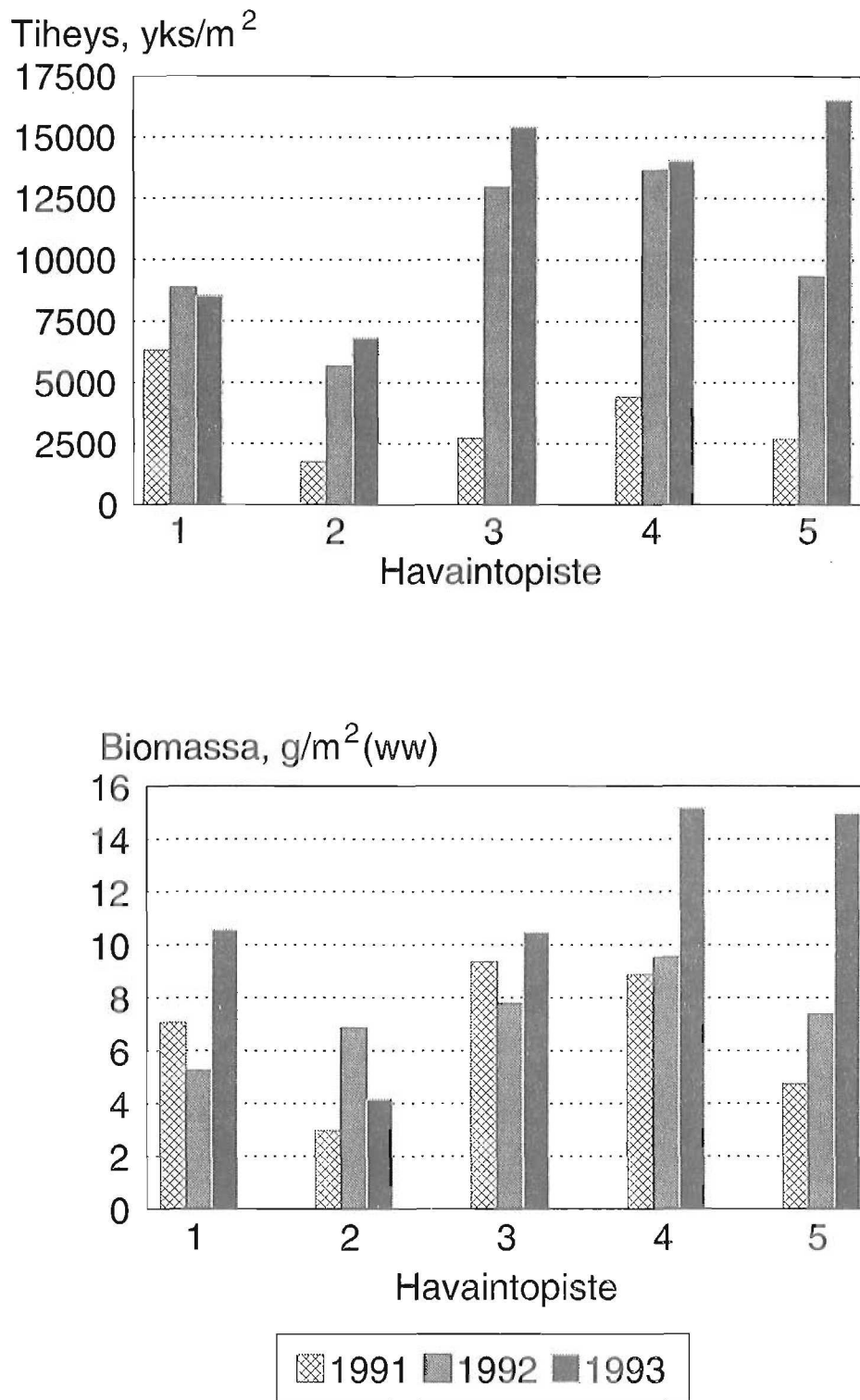
Eräiden tutkimusten mukaan kalkituksen jälkeen vesissä vallitsisivat pääasiassa samat eläinplanktonlajit kuin ennen kalkitusta (Hultberg ja Andersson 1982, Eriksson, F. ym. 1983, Kuoppamäki 1993). Näin näyttää olevan myös Alisessajärvessä, vaikkakin arvioihin eläinplanktonitiheyksien muutoksista on suhtauduttava varovaisesti näytteenottokertojen vähäisyyden vuoksi.



Kuva 26. Alisenjärven eläinplaktonryhmien tiheydet (kpl l<sup>-1</sup>) eri syvyysvyöhykkeissä loppukesällä vuosina 1991-1993.

### 6.3.5 Pohjaeläimet

Alisenjärven pohjaeläimistön kokonaistiheys vuosina 1991-1993 on ollut 2 000-16 000 yksilöä neliometrillä. Tuorepainona määritetty kokonaisbiomassa oli 3-15 g m<sup>-2</sup> (kuva 27). Sekä kokonaistiheydet että -biomassat ovat suurentuneet tutkimuksen aikana ja suurimmat arvot mitattiin neljässä viidestä näytepisteestä vuonna 1993. Siten kalkituksella näyttäisi olleen myönteinen vaikutus pohjaeläimistöön.

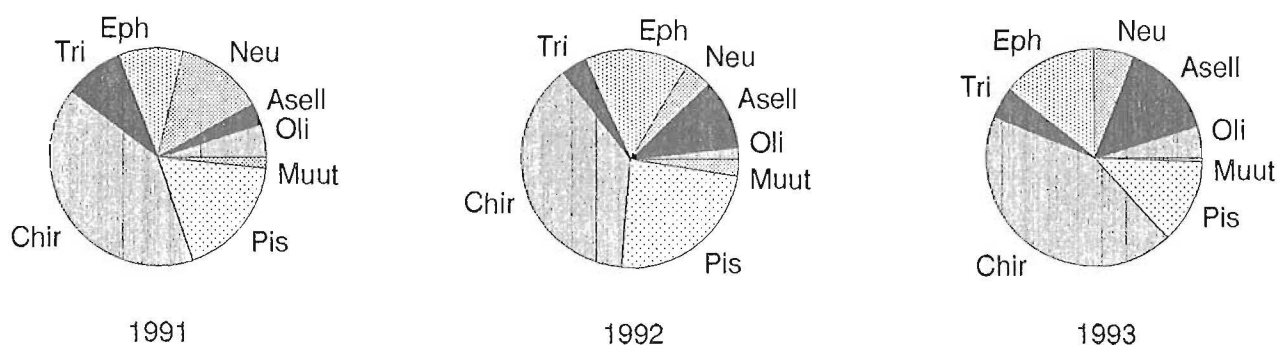


Kuva 27. Alisenjärven pohjaeläimistön kokonaistiheydet (yläkuva) ja -biomassat (alakuva) vuosina 1991-1993.

Sekä tiheydeltään että biomassaltaan runsain pohjaeläinryhmä on koko tutkimuksen ajan ollut surviaissääskien (*Chironomidae*) toukat (kuva 28). Muita ryhmiä, joiden biomassaosuus jollakin viidestä näytepisteestä on ollut suurempi kuin 10 %, ovat vesiperhosten (*Trichoptera*), päivänkorentojen (*Ephemeroptera*) ja kaislakorentojen (*Neuroptera*) toukat sekä vesisiirat (*Asellus aquaticus*), harvasukamadot (*Oligochaeta*) ja hernesimpukat (*Pisidium sp.*).

Kalkitus ei näytä aiheuttaneen tähän mennessä kovin suuria muutoksia Alisenjärven pohjaeläimistön koostumukseen. Selkein muutos on vesisiirtojen runsastuminen, joka on havaittu muissakin kalkitustutkimuksissa (Eriksson, F. ym. 1983). Myös Ison Valkjärven kalkituskokeessa tehtiin sama havainto (Rask ym., painossa). Toinen Alisessajärven kalkituksen jälkeen runsastunut pohjaeläinryhmä on päivänkorentojen toukat.

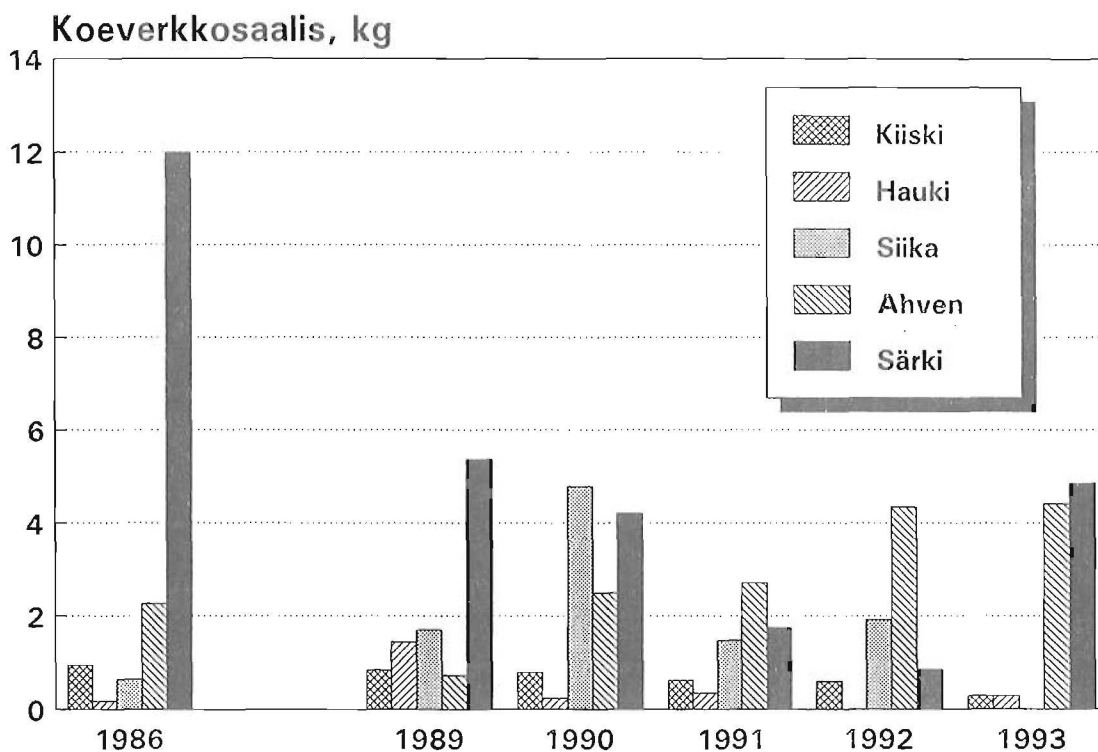
Alisenjärven pohjaeläimistön varsin niukat vasteet kalkitukselle voivat johtua yhtäältä kalkituksesta kuluneen ajan lyhyydestä. Toisaalta, järvi ei ollut ehtinyt happamoitua vielä niin pitkälle, että ekosysteemin rakenteessa ja vuorovaikutussuhteissa olisi tapahtunut merkittäviä muutoksia, esimerkiksi pohjaeläimiä syövien kalojen (ahven, kiiski) häviämistä. Kalattomaksi happamoituneissa järvissä on yleensä runsaasti isoja selkärangattomia petoja, kuten sudenkorentojen (*Odonata*) toukkia ja suurmalluaisia (*Notonectidae*), jotka ottavat kalojen paikan saalistajina ravintoketjun huipulla (Eriksson, M. ym. 1980). Kun tällainen järvi kalkitaan ja siihen istutetaan kalaa, pohjaeläinyhteisö saattaa palautua taas nopeastikin "normaaliksi" (Stenson ym. 1993).



Kuva 28. Alisenjärven pohjaeläinryhmien biomassaosuudet vuosina 1991-1993. Oli = harvasukamadot, Asell = vesisiira, Neu = kaislakorennon toukat, Eph = päivänkorennon toukat, Tri = vesiperhosten toukat, Chir = surviaissääskien toukat ja kotelot, Pis = hernesimpukat.

### 6.3.6 Kalat

Vuosina 1986-1993 tehtyjen koekalastusten keskisaalis verkkosarjaa kohti oli 10,3 kg, mikä ylittää noin kolmanneksella HAPRON 80 järven kalakantatutkimuksen keskisaaliin 7,5 kg. Pienin verkkosarjasaalis Alisestajärvestä oli 4,5 kg ja suurin 18,8 kg. Suurin osa saaliin painosta (77-96 %) oli aina ahventa, siikaa ja/tai särkeä. Merkittävin muutos vuosien varrella on ollut särkikannan vähittäinen taantuminen ja kalkituksen jälkeen alkanut elpyminen (kuva 29). Särjen taantuessa ahvensaalis vastaavasti suurentui ahvenen hyödyntäessä särjeltä vapautuneita ravintoresursseja. Siian saalisosuuksien muutokset johtuvat istutuksista: 1980-luvulla tehdyt istutukset antoivat runsaimman saaliin vuonna 1990, mutta vuonna 1993 siikoja ei saatu enää lainkaan. Hauen ja kiisksen osuus koekalastussaaliissa on ollut vähäinen koko tutkimuksen ajan, yleensä vain muutaman prosentin koekalastussaaliin painosta. Vähäisestä osuudesta huolimatta kiiskisaaliissa on nähtävissä melko selvä pienenevä suunta. Se ei kuitenkaan johtune happamoitumisesta, vaikka kiiski onkin sille hieman herkempi kuin ahven tai hauki (Rask ja Tuunainen 1990).



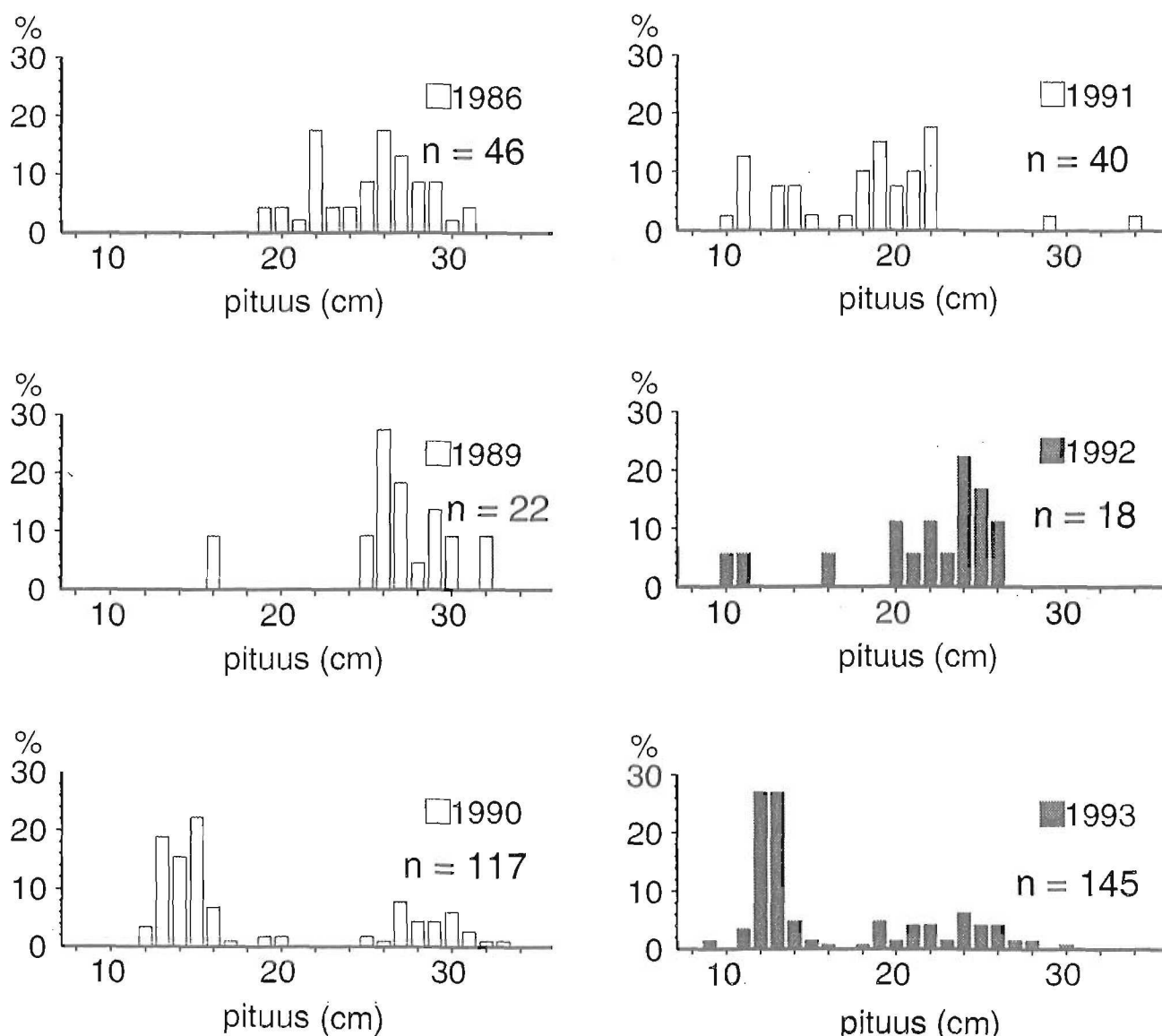
Kuva 29. Alisenjärven koekalastusten keskimääräiset verkkosarjasaaliit vuosina 1986-1993.

Happamoitumisen aiheuttama lisääntymihäiriö näkyi selkeästi tutkimuksen alkuvuosina pienten särkien puuttumisena (kuva 30). Vuosina 1980-1985 särjen lisääntyminen epäonnistui lähes täysin, mutta ei kuitenkaan loppunut kokonaan, mistä osoituksena on vuonna 1987 syntyneen vuosiluokan ilmaantuminen saaliseen 13-15 cm:n pituisina yksilöinä vuonna 1990. Lähes kaikki vuosina 1992 ja 1993 pyydystetyt kookkaat (> 20 cm) särjet kuuluivat edellämainittuun vuosiluokkaan. Vuoden 1993 koekalastuksissa

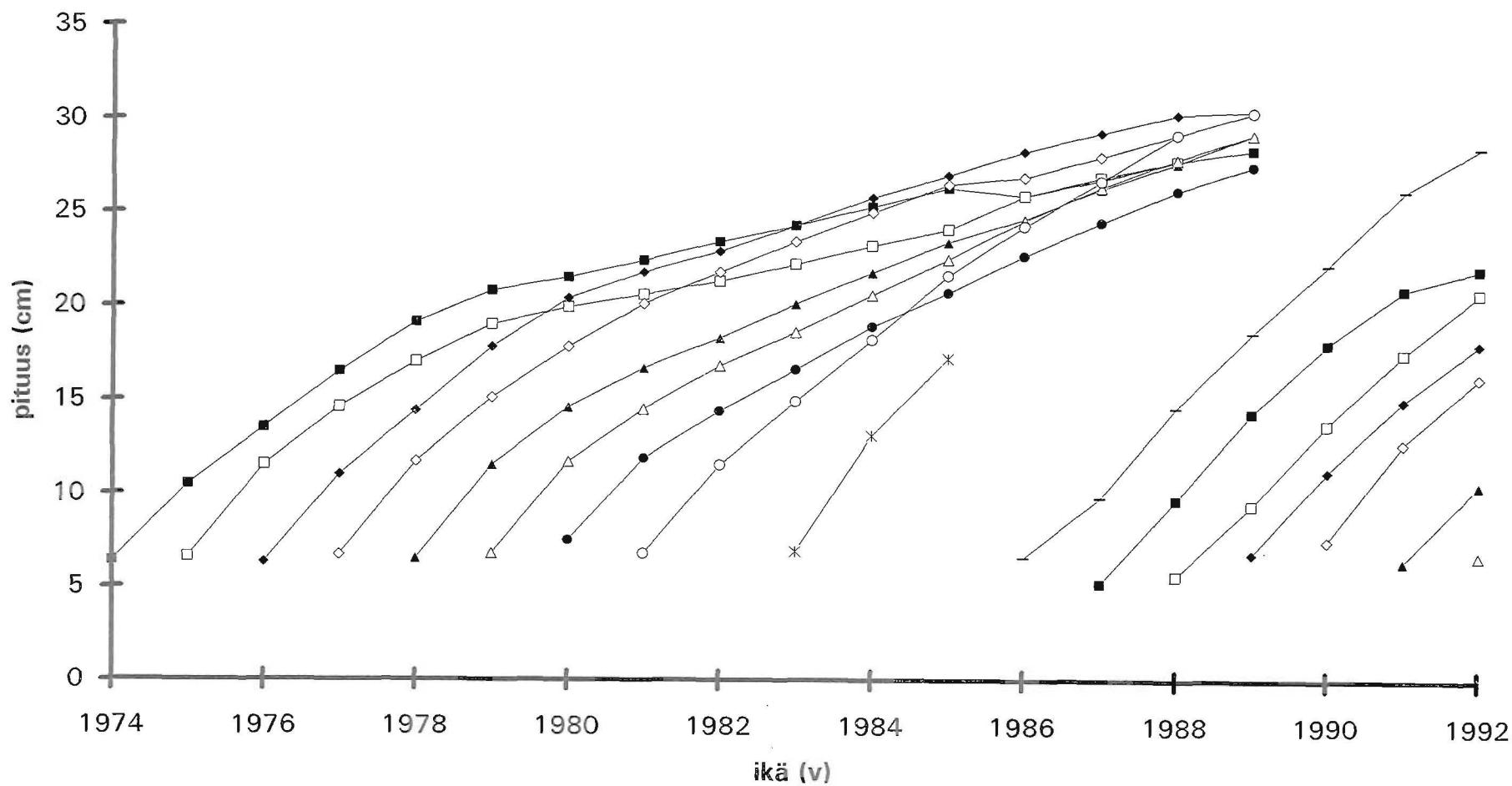


runsaimmin saadut 12-13 cm:n mittaiset särjet ovat vuosiluokkaa 1991, siis ennen kalkitusta syntyneitä nekin. Särkien kasvu on Alisessajärvässä (kuva 31) on ollut nopeampaa kuin samankokoisissa järvissä yleensä (Tuunainen ym. 1991). Syynä lienee happamuuden aiheuttamasta kannan harvuudesta johtuva lajinsisäisen ravintokilpailun vähäisyys.

Kalkituksen jälkeen, vuosina 1992 ja 1993, havaittiin runsaasti särjenpoikasia Alisenjärven ranta-alueilla. Nämä eivät vielä näkyneet vuoden 1993 koekalastussaaliissa paria 9 cm:n mittaista lukuunottamatta (kuva 30), mutta pienten ja nuorten särkien osuuden suureneminen särkisaaliissa jatkunee tulevinä vuosina, kuten on tapahtunut eräissä muissa kalkituissa järvissä (Raitaniemi ja Rask 1990).



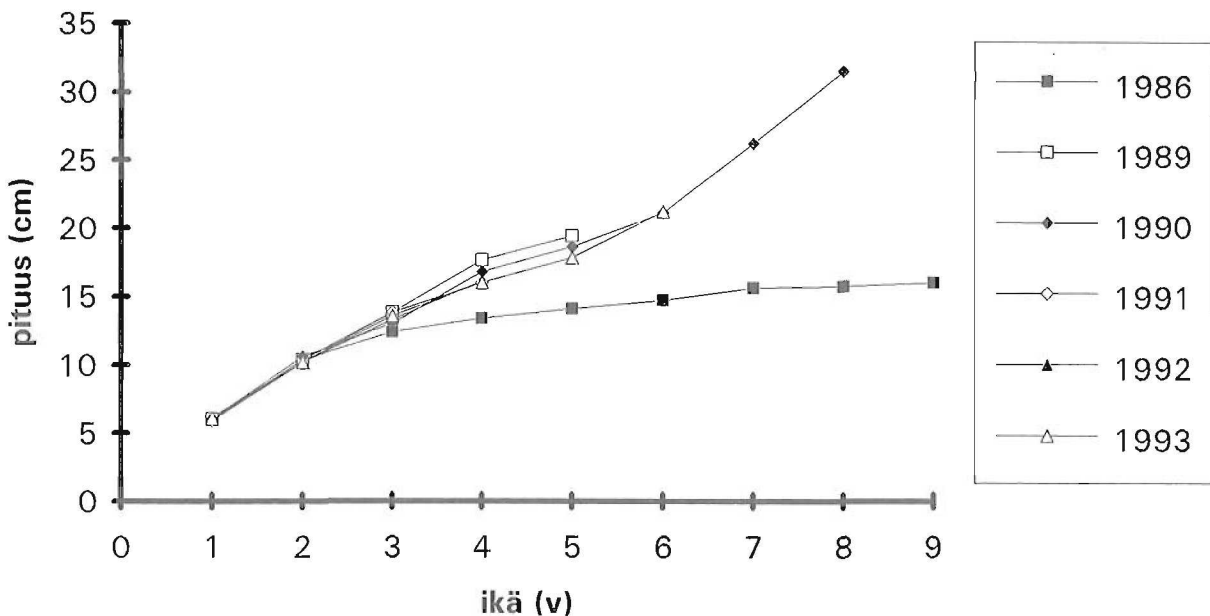
Kuva 30. Alisenjärven särkien pituusjakaumat verkkosarjasaaliissa vuosina 1986-1993. Kalkituksen jälkeiset vuodet on osoitettu tummennetuvin pylväin.



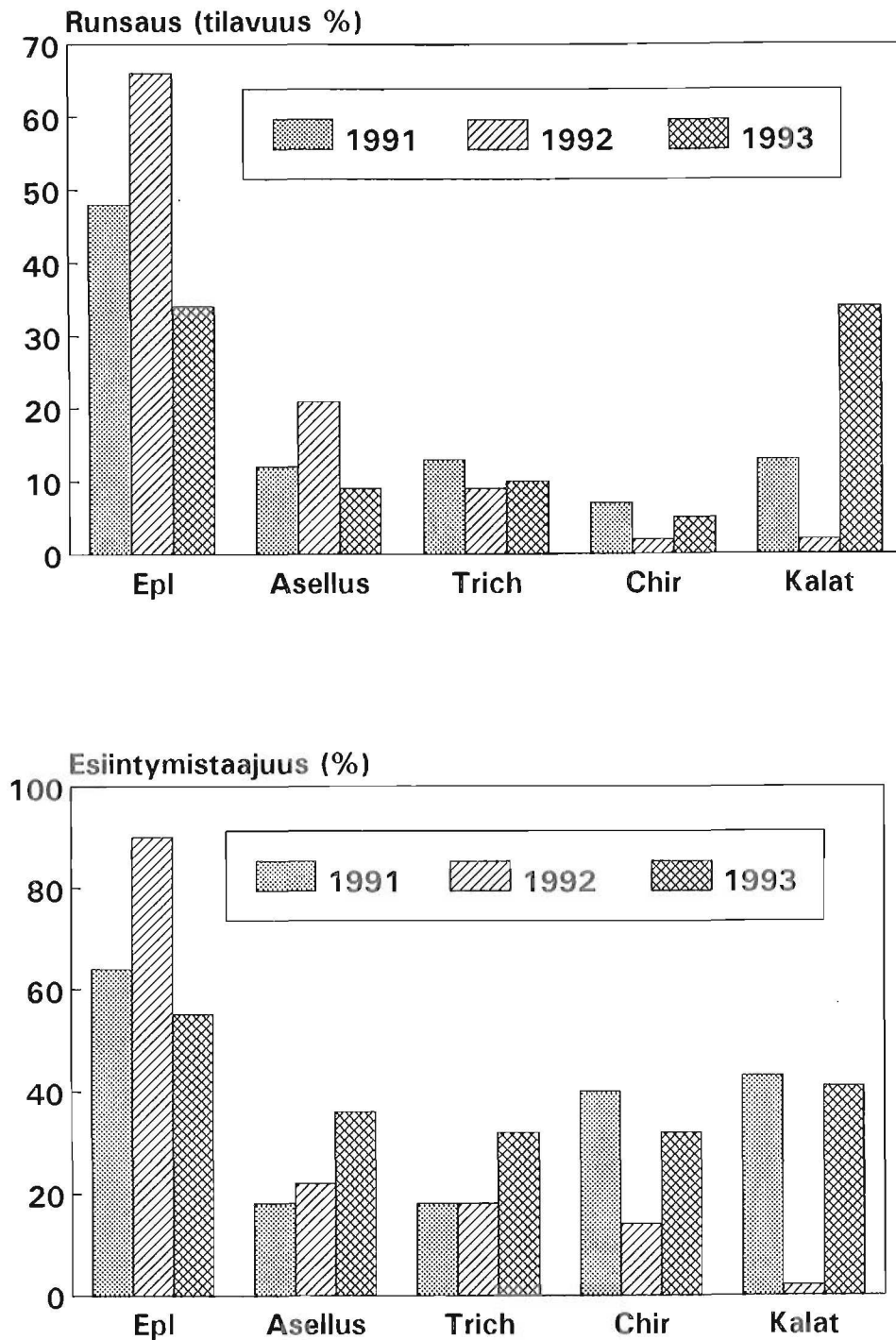
Kuva 31. Alisenjärven sárkien takautuvasti määritetyt vuosiluokkakohtaiset (1974-1992) kasvut.

Alisenjärven ahvenkannan rakenteessa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia tutkimuksen aikana. Tämä on ymmärrettävää, koska järvi ei ehtinyt happamoitua niin voimakkaasti, että sillä olisi ollut vaikutusta ahvenen lisääntymiseen (vrt. Eriksson, M. ja Tengelin 1987). Alisenjärven ahvenen kasvu on nopeutunut verrattuna ensimmäiseen koekalastusvuoteen 1986 (kuva 32). Tähän ovat saattaneet osaltaan vaikuttaa lämpöoloiltaan suotuisat kasvukaudet 1980-luvun loppupuolella. Toisaalta särjen lisääntymisen alkaminen uudestaan 1980-luvun lopulla on parantanut ahventen ravintotilannetta. Suurimpien pyydettyjen ahventen ( $> 20$  cm) kasvu on nopeutunut, kun ne ovat ensin saavuttaneet koon, jossa ne kykenevät syömään särjenpoikasia (ja omiaan). Tämä näkyy vuoden 1990 näytteenotosta tehdyssä kasvukuvaajassa (kuva 32). Ahvenen keskimääräistä kasvunopeutta Alisessäjärvessä voidaan pitää kohtuullisena; se on selvästi suurempi kuin pienten metsäjärvien tiheissä populaatioissa (Rask ja Arvola 1985) mutta pienempi kuin eräissä pitemmälle happamoituneissa järvissä, joissa kannan harvenemista seurannut ravintokilpailun väheneminen on parantanut kasvua (Raitaniemi ym. 1988).

Kesänvanhojen ahvenenpoikasten (4-6 cm) ravinto koostui lähes yksinomaan eläinplanktonista. Pituusluokan 14-16 cm ahvenilla eläinplanktonin osuus oli suurimmillaan kalkitusta seuranneena kesänä 1992 (kuva 33). Monien näytekalojen mahat olivat silloin niin täynnä vesikirppuja, että kalat näyttivät epätavallisen pulleilta. Myös Isossa Valkjärvessä eläinplanktonin osuus ahvenen ravinnossa oli suurimmillaan kalkitusta seuranneena kesän (Rask ym., painossa). Nämä kaksi samansuuntaista havaintoa viittaavat siihen, että eläinplanktonravinnon saatavuus olisi parantunut kalkituksen jälkeen ainakin lyhytaikaisesti. Vuonna 1993 ahvenen ravinnon koostumus oli hyvin samanlainen kuin ennen kalkitusta vuonna 1991.



Kuva 32. Ahvenen takautuvasti määritetty kasvu Alisessäjärvessä eri vuosien koekalastussäiliistä laskettuna.



Kuva 33. Ahventen (14-16 cm) ravinnon koostumus Alisessajärvessä vuosina 1991-1993 ravintokohteiden suhteellisena tilavuutena ilmaistuna (yläkuva) ja eri ravintoeläinryhmien esiintymistaajuutena (alakuva). Epl = eläinplankton, Asellus = vesisiira, Trich = vesiperhosten toukat, Chir = surviaissääsken toukat ja kotelot.

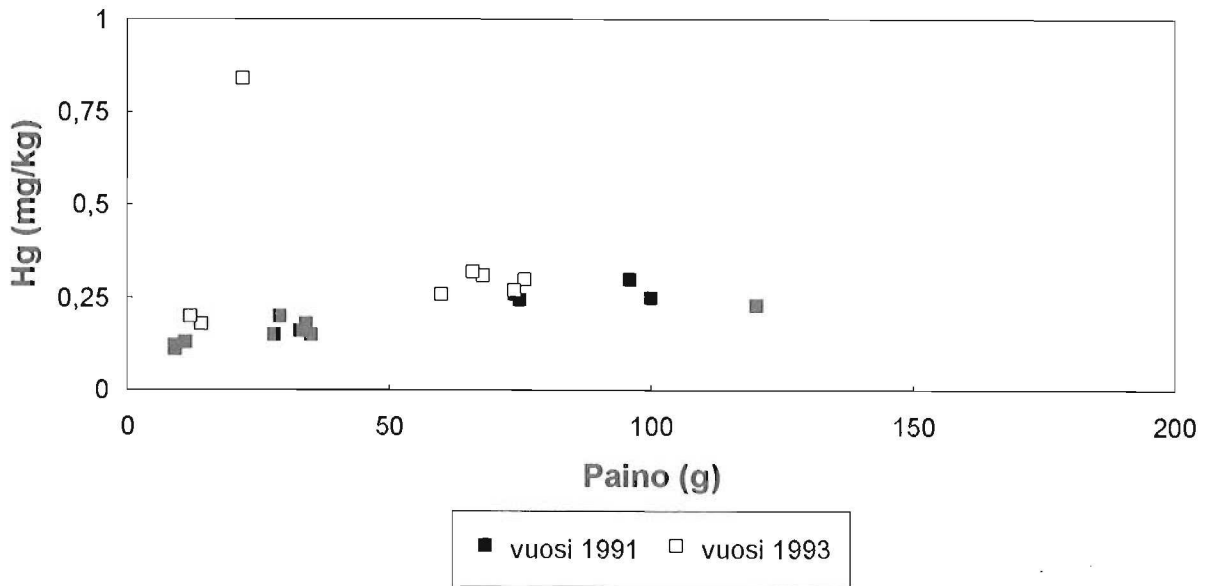
### 6.3.7 Kalojen elohopeapitoisuus

Alisessajärvessä kalaston elohopeapitoisuus ei ole kovin suuri. Kolmen alle puolen kilon painoisen hauen elohopeapitoisuus vuonna 1991 oli 0,31-0,45 mg kg<sup>-1</sup> (tuorepaino).

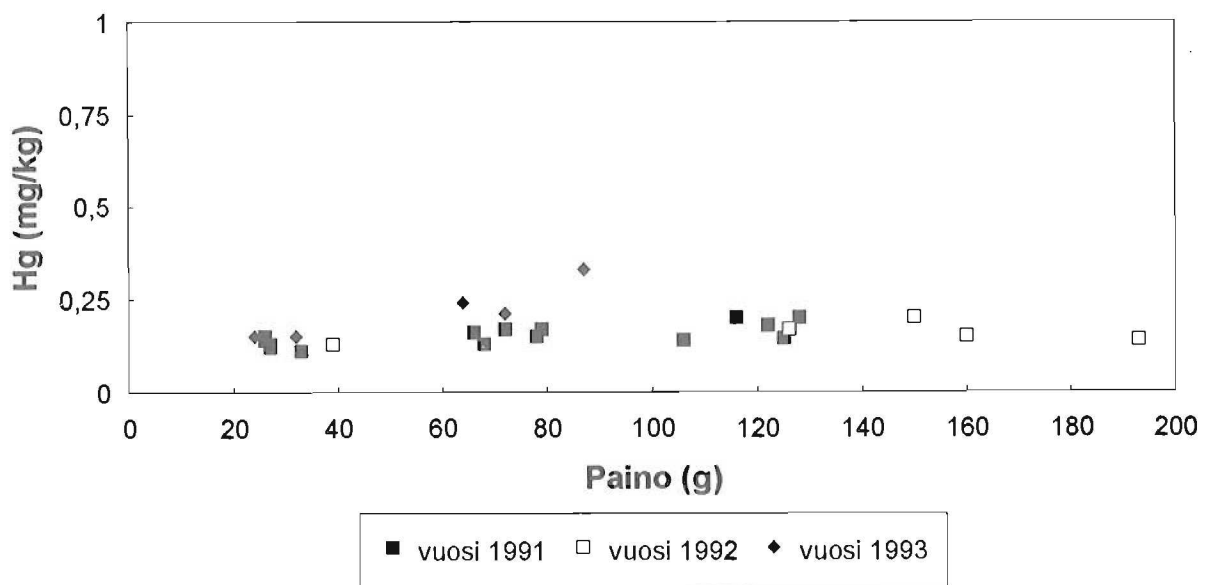
Vastaavasti siikojen (9 kpl, paino 280-678 g) Hg-pitoisuus oli 0,19-0,42 mg kg<sup>-1</sup> ja kiiskien (10 kpl, 8-27 g) 0,17-0,47 mg kg<sup>-1</sup>.

Ahvenen ja särjen elohopeapitoisuudet eivät juuri muuttuneet kalkituksen jälkeen kahden kasvukauden kuluessa (kuva 34). Lammin Isolla Valkjärvelläkään ei havaittu ahvenen elohopeapitoisuuksissa merkittäviä muutoksia nopeasti kalkituksen jälkeen (Matilainen ym., painossa). Alisenjärven ahventen elohopeapitoisuus oli melko pieni, mahdollisesti kohtuullisen kasvunopeuden ja kalaravinnon pienen osuuden vuoksi. Särjen elohopeapitoisuus oli ahventa pienempi eikä juurikaan riippunut kalan painosta.

### Ahven



### Särki



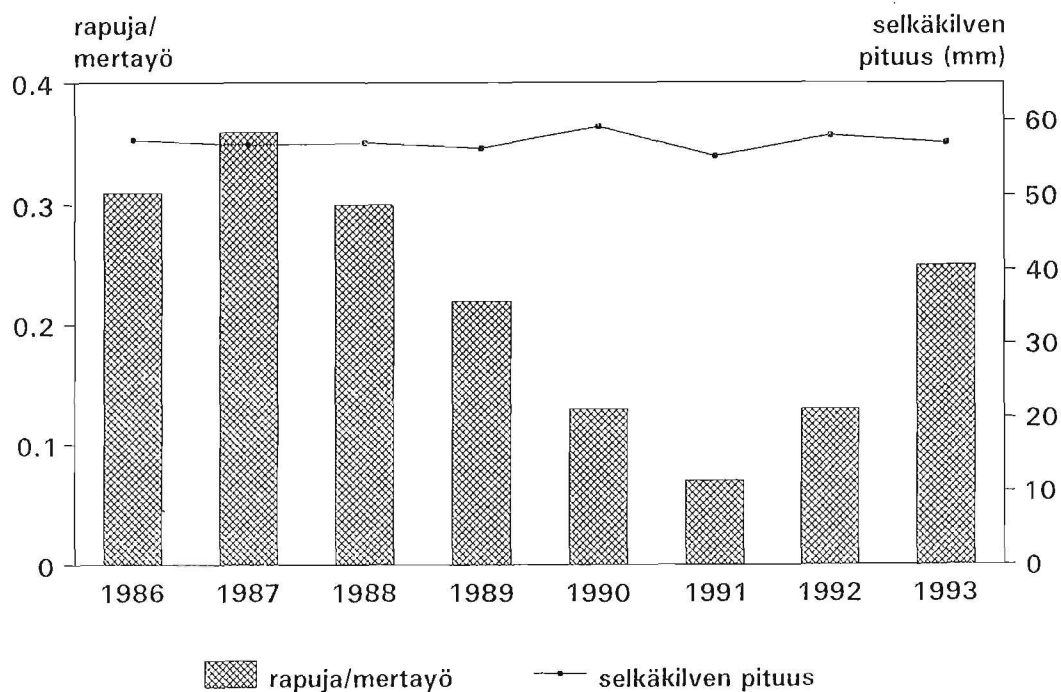
Kuva 34. Alisenjärven ahvenen ja särjen elohopeapitoisuus (mg kg<sup>-1</sup> tuorepainoa) lihaksessa ennen kalkitusta vuonna 1991 ja kalkituksen jälkeen.

Kalojen elohopeapitoisuuksissa ei ole odotettavissa kovin nopeita muutoksia kalkituksen jälkeen. Håkansson ym. (1990) arvioivat, että kalkitus alentaisi 1+-ikäisten ahventen pitoisuutta kahdessa vuodessa suurimmillaan 20-30 %. Tämän pitäisi näkyä seuraavien kahden vuoden kuluessa hauen Hg-pitoisuuden 15-40 %:n alenemisena.

### 6.3.8 Rapu

Rapusaaliissa pyyntiponnistusta kohti (rapuja/mertayö) havaittiin selvä pienentyminen vuosina 1986-1991 (kuva 35). Myös merkintä- ja takaisinpyyntien tulokset osoittivat rapukannan taantumista (taulukko 7). Rapujen lisääntyminen ei näytä onnistuneen Alisessajärvestä koko kyseisenä ajanjaksona. Saalisrapujen keskikoko on ollut koko ajan huomattavan suuri (kuva 35); pienet yksilöt ovat puuttuneet saaliista kokonaan. Kuvassa 35 ja taulukossa 7 näkyvä rapusaaliin suureneminen vuonna 1992 tapahtuneen kalkituksen jälkeen johtuu järvestä laskevasta Laajanojasta tehdyistä siirroista eikä kalkituksesta.

Lisääntymisen epäonnistuminen ennen kalkitusta voitiin osoittaa myös sumputuskokeissa (Tuunainen ym. 1991). Rapuja pidettiin sumpuissa koko lisääntymiskierron ajan syksyllä tapahtuvasta parittelusta kesä-heinäkuun vaihteessa tapahtuvaan poikasten kuoriutumiseen. Parittelu ja muninta onnistuivat normaalisti. Mädin hautoutumisessa ei havaittu mitään poikkeavaa ennen kuin juuri kuoriutumisaikana, jolloin valtaosa mätimunista kuoli ja vain vähäisestä osasta kuoriutui elävä ensimmäisen vaiheen poikanen. Edelleen vain osa ensimmäisen vaiheen poikasista selviytyi ensimmäisestä kuorenvaihdostaan emon pyrstön alla itsenäiseksi, emosta riippumattomiksi toisen vaiheen poikasiksi. Esimerkiksi vuonna 1989 vapautui keskimäärin 6 poikasta emoa kohti (kuva 36).



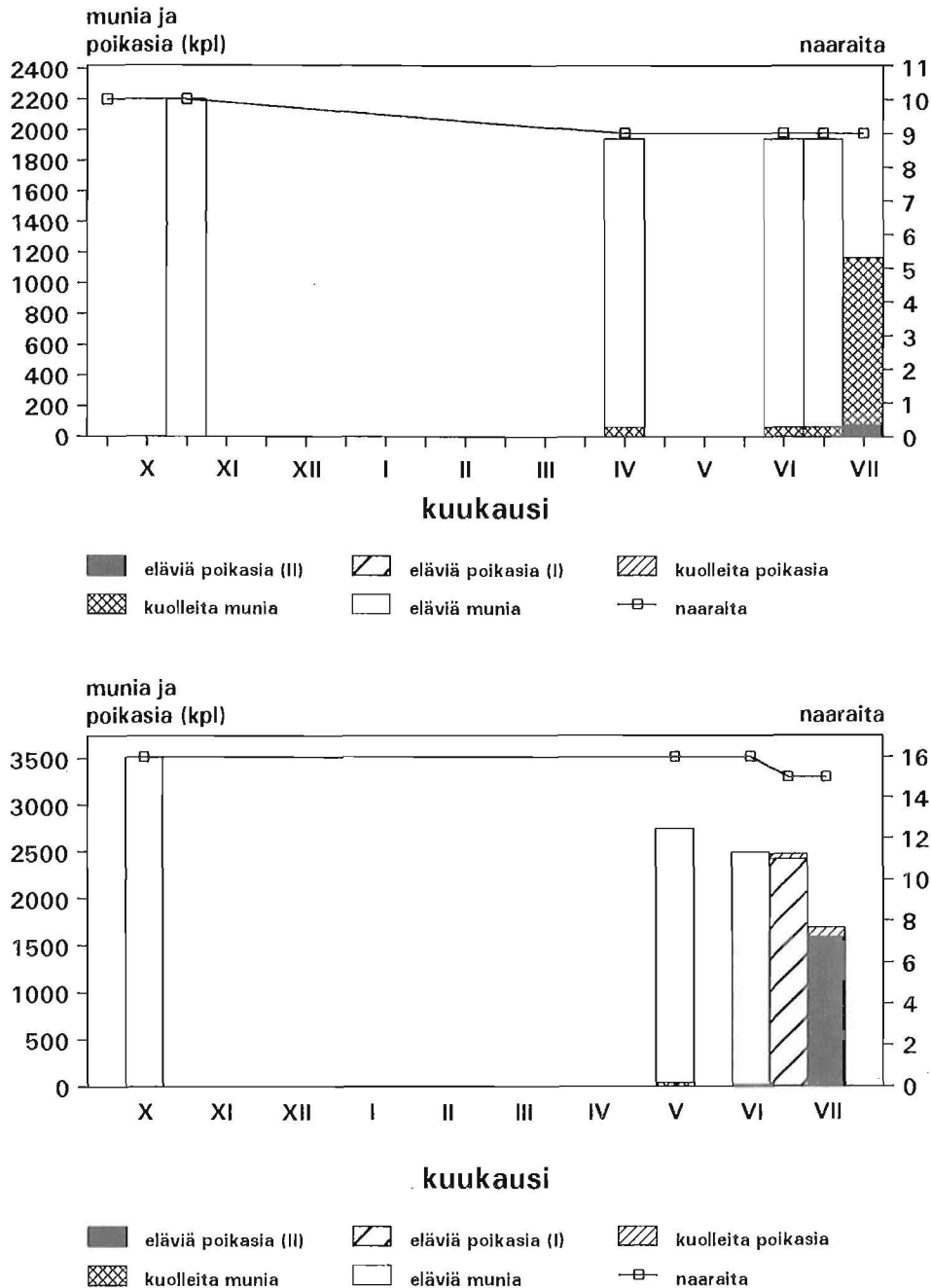
Kuva 35. Koeravustussaalis pyyntiponnistusta kohti sekä saalisrapujen keskipituus Alisenjärven tutkimusalueella. Saaliin suureneminen kalkituksen jälkeen johtuu alueelle järven laskupurosta siirretyistä ravuista. Rapujen pituus on esitetty selkäkilven pituutena, joka on noin puolet kokonaispituudesta.

Taulukko 7. Merkintä-takaisinpyyntimenetelmällä arvioitu rapujen kokonaismäärä ravustetulla rantaosuudella sekä arvion 95 %:n luotettavuusrajat, rapujen määrä rantametriä kohti ja yksikkösaalis Alisenjärven koeravustuksissa vuosina 1986-1993.

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Rantaosuus	750 m	750 m	750 m	750 m	750 m	750 m	750 m	750 m
Rapujen kokonaismäärä rantaosuudella	165 ± 89	422 ± 270	374 ± 159	165 ± 58	187 ± 91	-	162 ± 111	418 ± 399
Rapuja/rantametri	0,1-0,3	0,2-0,9	0,3-0,7	0,1-0,3	0,1-0,4	-	0,07-0,4	0,03-1,1
Rapuja/mertayö	0,31-0,30	0,05-0,36	0,23-0,30	0,17-0,22	0,19-0,13	0,07	0,10-0,13	0,24-0,25

Rapujen mäti- ja poikaskuolleisuuden syytä happamassa ympäristössä ei ole toistaiseksi kyetty tarkoin selvittämään. Sumputuskokeissa mätimunista otetut näytteet osoittavat kuitenkin, että kehittyvän alkion ionitasapaino häiriytyy hautoutumisen loppuvaiheessa. Selkein ero vertailuryhmään nähden on happamassa vedessä hautoutuvien mätimunien pienempi natrium- ja kaliumpitoisuus.

Alisessajärvessä oli myös kalkitusajankohtana 21.05.1992 käynnissä edellisenä syksynä aloitettu sumputuskoe. Ennen kalkitusta mädin kehityksessä ei havaittu häiriöitä. Kalkituksen jälkeen munien kuolevuus suureni jonkin verran, kuten aikaisempinakin vuosina mädin vastaavassa kehitysvaiheessa. Kesäkuun puoliväliin mennessä tilanne vakiintui. Varmaa näyttöä hautoutumisen onnistumisesta ei kuitenkaan saatu sumpujen jouduttua ilkvallan kohteeksi kesäkuun lopulla. Ainoan jäljelle jääneen naaraan mädistä kuoriutui kuitenkin aikaisempiin vuosiin verrattuna paljon suurempi määrä ensimmäisen vaiheen poikasia. Toiseen poikasvaiheeseen niistä selviytyi vain muutamia (11), jotka nekin menehtyivät kahden ensimmäisen elinviikkonsa kuluessa. Kokeen perusteella voidaan varovasti arvioida, että mädin hautoutumisen loppuvaiheessa tapahtunut veden kalkitseminen ei riittänyt pelastamaan poikastuotantoa. Kuolevuus vain hieman myöhentyi. Kalkitustoimenpide sinänsä ei vahingoittanut emorapuja eikä kehittyvää mätiä. Samanlainen havainto tehtiin myös Ison Valkjärven sumputuskokeissa, joissa rapuja sumputettiin muovikalvolla jaetun järven happamalla ja kalkitulla puolella (Järvenpää ym., painossa).



Kuva 36. Rapujen poikastuotto sumpuissa ennen kalkitusta (1988-1989, yläkuva) ja kalkituksen jälkeen (1992-1993, alakuva). Pylväät esittävät mätimunien ja poikasten yhteenlaskettuja määriä kuvan vasemman puoleisen asteikon mukaan. Kuvien yläreunan murtoviiva kuvaa kullakin tarkastuskerralla elossa olevien emojen määrää oikean puoleisen asteikon mukaan. Vain viimeisten tarkastuskertojen elävien toisen poikasvaiheen (II) poikasten ja emojen lukumäärät on voitu laskea yksilön tarkkudella, muut mätimunien ja poikasten lukumäärät on arvioitu.

Myös lisääntymiskaudella 1992-1993 tehtiin sumputuskoe. Tässä kokeessa rapujen koko lisääntymiskierto sukusolujen kehittymisestä emorapujen gonadeissa poikasten kuoriutumiseen ja vapautumiseen emon pyrstön alta tapahtui kalkitussa vedessä. Kokeessa saatiin erinomainen kuoriutumistulos (kuva 36). Mainittavaa mät- tai poikaskuolleisuutta ei esiintynyt missään vaiheessa. Emot tuottivat keskimäärin 96 elävää toisen vaiheen poikasta, mikä on enemmän kuin saman kokoisten emojen poikastuotto luonnon vesissä



tai viljelyssä keskimäärin. Mätimunista tehdyt ionianalyysit osoittavat ionien oton vedestä tehostuneen. Natriumin ja kaliumin pitoisuudet ovat jopa suurempia kuin vertailuryhmän mätimunista määritetyt pitoisuudet. Samanlainen havainto tehtiin myös Isossa Valkjärvesä.

Poikasten elinkelpoisuutta testattiin tarkoitukseen suunnitellussa verkkosumpussa. Tässä pilottikokeessa 28 toisen vaiheen poikasta sijoitettiin pohjapinta-alaltaan neliömetrin suuruiseen, puolen metrin korkuiseen, kannelliseen havassumppuun, joka pingotettiin metallikehikkoon. Hapaan silmäkoko oli 1,5 mm. Sumpun pohjalle kerättiin ohut kerros järven rannan pohjakariketta ja suojapaikoiksi 3-4 cm:n mittaisia, 6 mm:n läpimittaisia muoviputken pätkiä. Perustuotannon nopean käynnistymisen varmistamiseksi sumppuun lisättiin pari kourallista Biolan-lannoitetta. Koe lopetettiin 10.9., jolloin sumpussa oli jäljellä 19 keskimäärin 22 mm:n mittaista kesänvanhaa poikasta. Poikaset kasvoivat hieman suuremmiksi ja suurempi osa (68 %) niistä jäi eloon kuin esimerkiksi Evon kalanviljelylaitoksen poikaskasvatuslammikoissa samalla kasvukaudella.

Se, että järvessä on voitu osoittaa ainakin yhden uuden sukupolven syntyneen kalkituksen jälkeen, ei vielä anna takeita siitä, että järveen saataisiin palautetuksi pyynnin kestävä rapukanta. Ruotsin järvikalkituksista tehdyssä seurantatutkimuksessa kalkituksella ei voitu osoittaa olevan selkeätä vaikutusta rapukantojen kehitykseen (Appelberg ja Odelström 1990). Alisessajärvessä aloitettiin keväällä 1994 koe, jossa selvitetään, voidaanko kannan lisääntymisen edellytyksiä parantaa rakentamalla rantaviivan tuntumaan kalkikivilouheesta erityisiä poikastuotantoalueita. Tuloksia näistä uusista kokeista saadaan lähivuosina.

## 6.4 Johtopäätökset

Alisenjärven koeneutraloinnin tulokset osoittavat lyhyestä seuranta-ajasta huolimatta kalkituksen vaikuttaneen järven ekosysteemiin. Kasviplanktonissa vaikutus ilmeni lajimäärän suurentumisena. Huolimatta veden ja päälyyslevästön hieman suurentuneesta klorofyllipitoisuudesta, voidaan todeta, ettei kalkituksesta aiheutunut haitallista rehevöitymistä.

Särjen osuus kalastossa on lähtenyt suurentumaan 1980-luvulla happamoitumisesta aiheutuneiden lisääntymishäiriöiden jälkeen. Havainnot äyriäisplanktonin määrän suurentumisesta välittömästi kalkituksen jälkeen sekä pohjaeläimistön runsastumisesta viittaavat kalatuotannon edellytysten jonkinasteiseen paranemiseen ainakin lyhytaikaisesti. Se, miten suureksi särjen osuus kalastossa nousee ja onko särjen runsastumisella myönteistä vaikutusta haukikantaan, nähdään tulevana vuosina.

Sumpuskokeiden tulokset viittaavat siihen, että rapukannan lisääntymisen edellytykset voidaan palauttaa kalkituksella. Tämä ei kuitenkaan - Alisenjärvenkään tapauksessa - takaa rapukannan elpymistä, mutta tekee sen kylläkin mahdolliseksi, mikäli järveä neutraloidaan säännöllisesti tulevana vuosina eikä rapukannan elpymiselle ilmene muita esteitä, esimerkiksi rapuruttoa.

Tutkimusta tulisi jatkaa, jotta sen tuloksista saataisiin suurin mahdollinen hyöty, sillä neutraloinnin vasteet eri eliöryhmissä - mukaan lukien elohopean rikastuminen ravintoketjuissa - ilmenevät vaihtelevan mittaisen viiveen jälkeen.

## Kiitokset

Alisenjärven monipuolinen hydrobiologinen tutkimus on toteutettu vesi- ja ympäristöhallituksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen yhteistyönä vesi- ja ympäristöhallituksen neutralointiseurantaryhmän rahoituksen tukemana. Kirjoittajien lisäksi tärkeän panoksensa työhön ovat antaneet kasviplanktonin määrittämisessä Pirkko Kokkonen ja Reija Jokipii, päällysläytöksen määrittämisessä Tiina Eskonen, eläinplanktonin määrittämisessä Sari Antikainen ja pohjaeläintutkimuksessa Iiris Kalliola ja Kimmo Somppi.

## 7 ALISENJÄRVEN KALKITUS JA VIRKISTYSKÄYTTÖ - POSTIKYSELYTUTKIMUS

**Antti Lappalainen**

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

### 7.1 Johdanto

Tässä luvussa esitetään Alisellajärvellä tehdyn kyselytutkimuksen tuloksia. Tutkimuksen tarkoituksena oli kvantitatiivisin menetelmin selvittää, minkälaisia hyötyjä järven kalkituksesta on odotettavissa lähialueen asukkaille. Alisellajärvellä tehtiin kyselytutkimuksen kanssa samanaikaisesti myös haastattelututkimus, jonka tavoitteena oli tuottaa kvalitatiivista tietoa järven virkistyskäyttöön ja happamoitumiseen liittyvistä asioista. Haastattelututkimuksen tulokset esitetään luvussa 8.

Tutkimusten tuloksia ei ole tarkoitettu yleistettäväksi koskemaan kaikkia happamoituvia järviä. Tutkimalla yksittäistapauksia ymmärtäminen happamoitumiseen ja kalkitukseen sekä virkistyskäyttöön liittyvistä kysymyksistä kuitenkin kerta kerran jälkeen lisääntyy. Voimakkaassa virkistyskäytössä olevien alueiden suunnittelun ja hoidon, kuten myös kalkituksen, kannalta on tärkeää saada yksityiskohtaista tietoa alueen käytöstä ja käyttäjien arvostuksista.

## 7.2 Aineisto ja menetelmät

### 7.2.1. Tutkimusalue

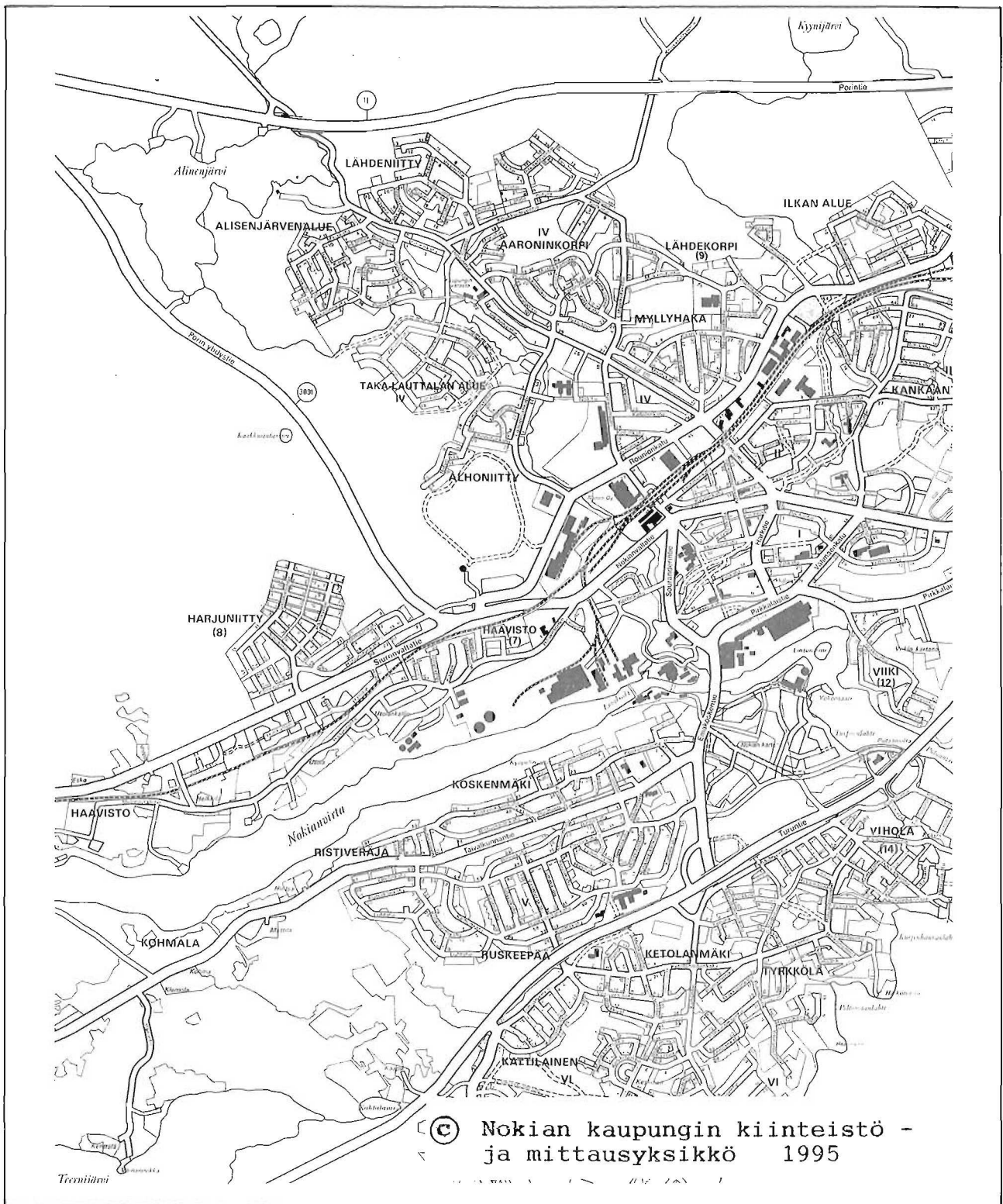
Alinenjärvi on pienehkö (45 ha) karu järvi lähellä Nokian keskustaa. Hapan laskeuma on aiheuttanut Alisenjärven veden pH-arvon laskua, eli järvi on happamoitunut. Ennen kalkitusta Alisenjärven veden pH-arvo oli keskimäärin 5,5. Järven ennen runsas rapukanta on hävinnyt käytännössä kokonaan ja särkikannat ovat taantuneet. Muut järvessä luonnonvaraisena esiintyvät kalalajit, ahven, kiiski ja hauki kestävät selvästi paremmin happamoitumista. Ahvenkannat ovat ilmeisesti jopa hyötäneet särjiltä vapautuneista ravintoresursseista (ks. luku 6).

Alinenjärvi kalkittiin (neutraloitiin) toukokuussa 1992. Järveen levitettiin kalkkikivijauhetta noin 60 tonnia ja välittömästi kalkituksen jälkeen veden pH-arvo nousi lähelle seitsemää. Kalkitus toteutettiin kertakalkitusena, joten järven lyhyen viipymän ja valumavesien happamuuden vuoksi kalkitus joudutaan toistamaan muutaman vuoden välein pH-arvon pitämiseksi herkille lajeille riittävän korkeana.

Aliseltajärveltä on matkaa Nokian ydinkeskustaan noin kolme kilometriä. Asutusta on ainoastaan järven itäisen osan (Nokian keskustan suuntaan) läheisyydessä (kuva 37). Nokian taajama-alue ulottuu lähelle järveä, lähimmälle pientaloalueelle on järvenrannasta matkaa noin 200 metriä. Järven itäpäässä on yleinen uimaranta pukukoppeineen. Alisenjärven rannoilla on yhteensä kuuden erilaisen yhteisön käytössä olevia mökkejä ja rakennuksia sekä kaksi yksityisessä omistuksessa olevaa kesämökkiä.

Tässä tutkimuksessa keskityttiin Alisenjärven lähialueiden asukkaisiin. Varsinaisen tutkimusalueen muodostivat runsaan kahden kilometrin säteellä Alisestajärvestä Nokian keskustan suuntaan sijaitsevat asuinalueet, joissa asui väestörekisterikeskuksen (VRK) tietojen mukaan vuoden 1992 alussa yhteensä 5 136 henkeä (kuva 37). Alisenjärven lähialue jaettiin vielä jälkikäteen kahteen osa-alueeseen. Runsaan kilometrin säteellä järvestä asuville (Lähdeniitty, Aaroninkorven länsiosa ja Alisenjärven alue) tämä on selvästi lähin vesistö. Noin 1-2 kilometrin säteellä Alisestajärvestä asuvat (Aaroninkorven itäosa, Lähdekorpi, Myllyhaka ja Alhoniitty) eivät ole enää yhtä selkeästi pelkästään Alisenjärven vaikutuspiirissä, sillä tämä alue sijaitsee Alisenjärven, Vihnusjärven ja Nokianvirran välimaastossa.

Kolmantena osa-alueena ja eräänlaisena vertailualueena oli Nokian keskusta Rounionkadun kaakkoispuolella (kaupunginosat 001 ja 002), josta matkaa Alisellejärvelle kertyy noin kolme kilometriä. Vertailualueella asui VRK:n tietojen mukaan yhteensä 2513 henkeä.



Kuva 37. Tutkimusalueen kartta. Alinenjärvi sijaitsee vasemmassa yläkulmassa. Mittakaava = 1 : 30 000.

## 7.2.2 Otanta ja kyselylomake

Aineisto kerättiin vuoden 1993 alussa tehdyllä postikyselyllä. Varsinaisen tutkimusalueen 15-75 -vuotiaista asukkaista poimittiin satunnaisotannalla 800 henkilön otos VRK:n henkikirjoitusrekisteristä. Otos poimittiin siten, että samaan asuntokuntaan kuuluvista

henkilöistä enintään yksi tuli otokseen. Vertailualueelta, eli Nokian keskustasta, poimittiin samalla periaatteella 300 henkilön otos. Otantaa suunniteltaessa alle 15-vuotiaat rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle sen vuoksi, että alle 15-vuotiaat ulkoilevat pääsääntöisesti lähellä asuntoaan eivätkä tee asiassa kovinkaan paljon itsenäisiä päätöksiä. Vastaavaa rajausta on käytetty myös eräissä muissa ulkoilututkimuksissa (esim. Sievänen 1992).

Kyselylomakkeen pituus oli neljä sivua (liite 1). Lomakkeen alussa vastaajalta kysyttiin taustatietoina syntymävuosi, sukupuoli, asuntokunnan henkilölukuun liittyviä tietoja sekä yleisiä tietoja vastaajan mahdollisista ulkoiluharrastuksista. Muut kysymykset liittyivät kiinteämmin nimenomaan Alisenjärven ja sen lähiympäristön virkistyskäyttöön sekä Alisenjärven kalkitushankkeeseen.

### 7.2.3 Vastausaineisto

Kyselyssä käytettiin kolmea kontaktikertaa. Vastaanottajaa ei tavoitettu 18 tapauksessa. Lähetetyistä lomakkeista asiallisesti täytettynä palautettiin kaikkiaan 824 kappaletta, joten vastausprosentiksi saatiin 75 %. Alisenjärven lähialueilla asuvat vastasivat kyselyyn hieman innokkaammin (78 %) kuin Nokian keskustassa asuvat (70 %). Toteutunutta vastausprosenttia voidaan pitää postikyselylle hyvänä arvona. Yhteiskuntatieteellisissä postikyselytutkimuksissa jotkut tutkijat hyväksyvät jo 30 %:n vastausaktiivisuuden, toisen ääripään edustajat hylkäävät kaikki aineistot, joissa vastausaktiivisuus jää alle 70 %:n (Dolsen ja Machlis 1991).

Saatujen palautusten edustavuutta koko alkuperäiseen otokseen verrattuna tarkasteltiin syntymävuosi- ja sukupuolijakaumien avulla. Tiedot kysyttiin kyselylomakkeessa, ja vastaavat taustatiedot koko otoksesta saatiin VRK:sta otoksen poiminnan yhteydessä. Koko otoksesta laskettu ikämediaani (46 a) oli sama kuin saaduista palautuksista laskettu arvo. Samoin sukupuolijakaumien välillä oli ainoastaan yhden %-yksikön ero; koko otoksessa miehiä oli 56 % ja palauttaneissa 57 %. Näiden muuttujien suhteen vinoutumista ei siis havaittu.

### 7.2.4 Tulosten analysointi

Tulosten analysointi ja esittäminen tapahtui pääasiassa jakaumien taulukointien ja ristiintaulukointien avulla. Tarvittaessa prosenttiosuuksille laskettiin myös 95 %:n luottamusvälit. Ristiintaulukoinneissa käytettiin eräissä tapauksissa muuttujien välisen riippuvuuden tarkasteluun  $\chi^2$ -testiä.

Lähialueella asuvien Alisenjärven virkistyskäyttäjien kokonaismäärien arviointi tapahtui yleistämällä alueelta saatujen kyselyvastausten tulokset koskemaan koko perusjoukkoa. Perusoletuksena oli, että kyselyyn vastanneet lähialueen asukkaat ovat edustava näyte myös kyselyn (otoksen) ulkopuolelle jääneistä lähialueen asukkaista samoin kuin kyselyn palauttamatta jättäneistä. Käytännössä tämä ei aivan pitäne paikkaansa, sillä todennäköisesti Alisestajärvestä kiinnostuneet ja siellä käyneet vastaavat innokkaammin kyselyyn

kuin muut. Tästä syystä tässä tutkimuksessa esitettävät virkistyskäyttäjien lukumäärät lienevät hieman todellisia suurempia.

Alle 15-vuotiaiden osuus koko Nokian asukasluvusta on 19,6 % (A. Kivioja, suullinen tieto), ja tätä lukua käytettiin apuna arvioitaessa tutkimusalueen asukkaiden jakautumista alle 15-vuotiaisiin tai sitä vanhempiin.

Alisestajärvestä saadusta kalansaaliista ei ole esitetty kokonaisarviota, vaan ainoastaan kyselyyn vastanneiden ja järvellä kalastaneiden yhteissaaliit lajeittain ja pyydyksittäin taulukoituna. Kalastaneiden vastaajien vähäisen määrän ja saalismäärissä esiintyneiden suurten vaihteluiden takia lajikohtaisten kokonaisarvioiden 95 %:n luottamusvälit olisivat olleet lähes kaksi kertaa itse arvioita suuremmat.

## 7.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 7.3.1 Yleisiä jakaumatietoja vastaajista

Kyselylomakkeita lähetettiin kolmelle osa-alueelle, jolloin tarkoituksena oli vertailla eri etäisyyksillä Alisestajärvestä asuvien suhdetta Aliseenjärveen ja sen kalkitushankkeeseen. Vertailun luotettavuuden lisäämiseksi tehtiin myös joitakin yleisempiä vertailuja eri osa-alueilla asuvien kyselyyn vastanneiden kesken. Tällöin pyrittiin välttämään tilanne, jossa osa-alueiden välisiä erojen selitetään virheellisesti pelkästään Alisenjärven ja asuinpaikan välisen etäisyyden muutoksilla.

Kaikilla osa-alueilla enemmistö kyselyyn vastanneista oli miehiä (taulukko 8). Miesten osuus korostui selvimmin lähimpänä Alistajärveä olevilla asuinalueilla, ja vähemmän selvästi Nokian keskustassa. Nokian keskustassa asuvat olivat ikä-mediaanin perusteella keskimäärin iäkkäämpiä kuin laitakaupungilla lähellä Alistajärveä asuvat. Samoin lapsiperheiden osuus keskustassa oli tuntuvasti pienempi kuin lähempänä Alistajärveä (taulukko 8).

Kyselylomakkeen alussa oli kysymyksiä, jotka koskivat yleisemmin vastaajan ulkoiluharrastuksia, riippumatta siitä, missä ulkoileminen tapahtuu. Ulkoilua (luonnossa) harrastaneiden osuudet ovat keskustassa hieman alhaisempia kuin lähempänä Alistajärveä (taulukko 9). Eroa voidaan selittää demografisilla tekijöillä. Keskustan suunnassa asuu suhteellisesti vähemmän miehiä ja toisaalta enemmän vanhempia, kenties osin liikuntarajoitteisia, ihmisiä. Lisäksi Sieväsen (1992) tekemän ulkoilututkimuksen mukaan ainakin Aulangon ja Ahveniston alueilla nuoremmat olivat selvästi vanhempia aktiivisempia ulkoilijoita, ja samoin miehet olivat aktiivisissa ulkoilijoissa selvästi yliedustettuja suhteessa koko alueen väestöpohjan sukupuolijakaumaan. Myös lapsiperheiden huomattavasti suurempi osuus lähempänä Alistajärveä sijaitsevilla pääasiassa uudemmillä asuinalueilla liittyyne suurempaan ulkoiluaktiivisuuteen.



Taulukko 8. Miesten osuudet, ikä-mediaanit ja lapsiperheiden osuudet eri osa-alueiden vastausaineistossa.

<i>Asumnon etäisyys Aliseltajärveltä:</i>				
	alle 1 km	1-2 km	keskusta (yli 2 km)	kaikki
Miehiä	64 %	55 %	54 %	57 %
Ikä (mediaani)	43 a	47 a	54 a	46 a
Lapsiperheitä	50 %	28 %	14 %	31 %
n	247	370	207	824

Myös kalastusta tai ravustusta harrastaneiden osuuksilla oli saman suuntainen trendi eli harrastajia oli hieman vähemmän keskustassa kuin muualla. Kalastusta harrastaneiden osuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin esimerkiksi valtakunnallisessa virkistuskalastuskyselyssä, jonka tulosten perusteella noin kolmasosa suomalaisista kalasti vähintään kerran vuoden 1986 aikana (Leinonen ym. 1991).

Taulukko 9. Ulkoilua tai kalastusta/ravustusta harrastaneiden vastaajien osuudet eri osa-alueilla.

<i>Asumnon etäisyys Aliseltajärveltä:</i>				
	alle 1 km	1-2 km	keskusta (yli 2 km)	kaikki
Ulkoilu (luonnossa)	94 %	87 %	85 %	88 %
Kalastus/ravustus	51 %	43 %	34 %	43 %
n	247	370	207	824

### 7.3.2 Alisenjärven virkistyskäyttö

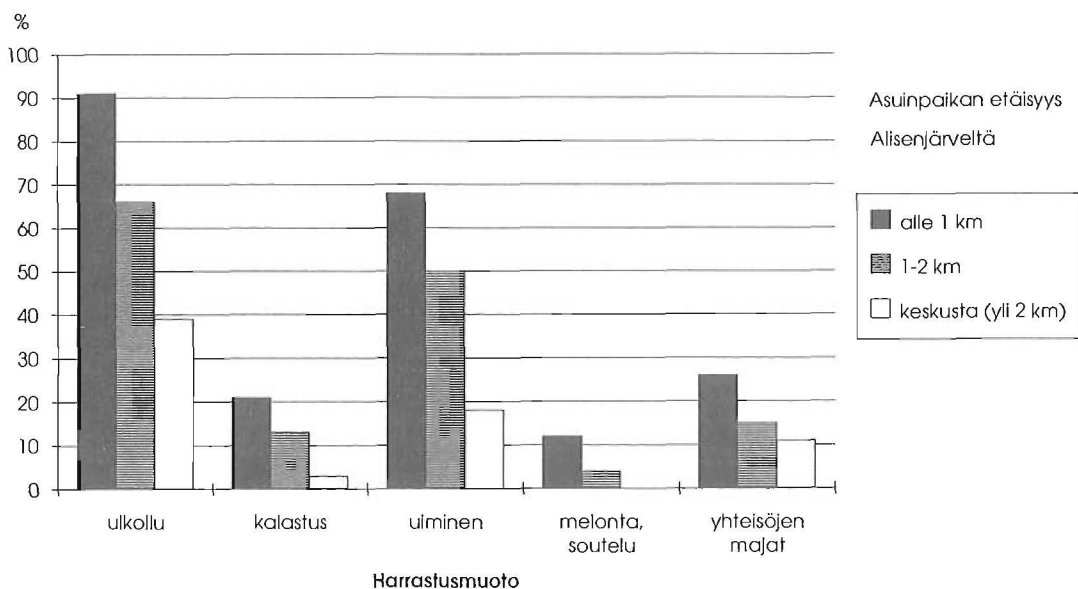
Luvussa tarkastellaan kvantitatiivisten muuttujien avulla Alisenjärven ja sen ympäristön merkitystä lähialueen asukkaille virkistysalueena. Tutkimus on tehty vajaa vuosi järven kalkituksen jälkeen, mutta esimerkiksi kalansaaliisiin kalkitus ei ole vielä ehtinyt vaikuttaa.

## Eri käyttömuotojen yleisyys

Selvästi yleisimmät virkistyskäyttömuodot Alisellajärvellä tai sen läheisyydessä olivat ulkoilu sekä uiminen (kuvat 38 ja 39). Näiden harrastusmahdollisuudet ovat hyvät, sillä järven kaupungin puoleisessa päässä sijaitsee kaupungin uimaranta ja toisaalta, lukuunottamatta Tampere-Pori -tien puoleisen rannan mökkejä, Alisenjärven rannat ovat pääosin rakentamattomia. Kalastus, melonta tai soutelu sekä yhteisöjen majoilla oleskelu olivat selvästi harvinaisempia virkistyskäyttömuotoja. Taajamien lähellä olevat alueet, kuten myös Alisenjärven alue, palvelevat tyypillisesti nimenomaan taajamaväestön päivittäistä ulkoilua ja muuta vapaa-ajanviettoa (Katila 1987), joten käynnit alueella saattavat olla ajallisesti lyhyitä. Pitemmät vapaa-ajat esim. lomat vietetään usein muualla.

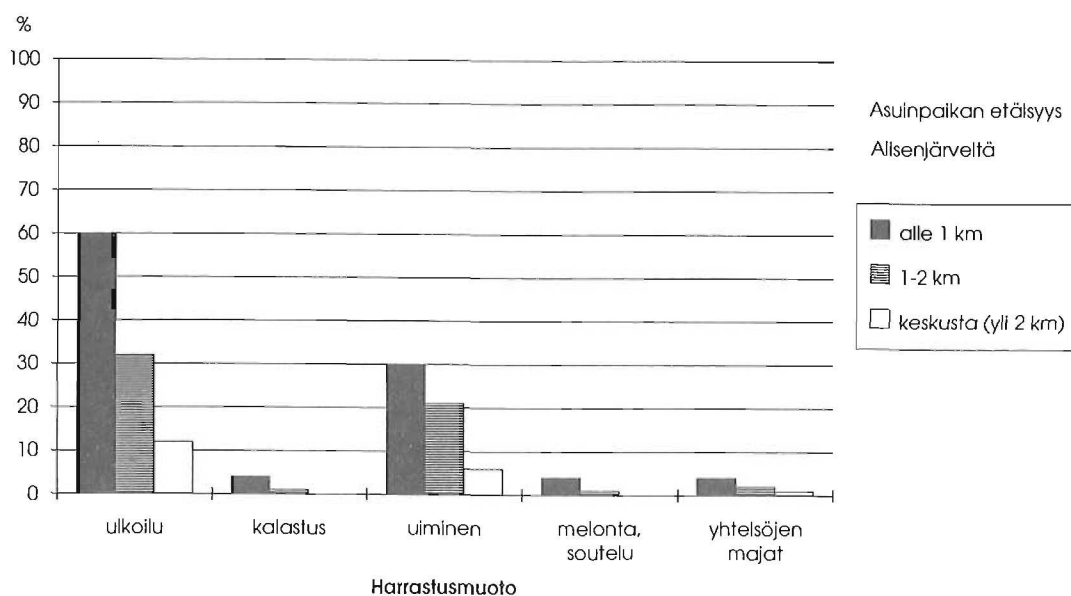
Vähintään kerran jotain virkistyskäyttömuotoa Alisellajärvellä vuoden 1992 aikana harrasti kyselyn perusteella selvä enemmistö ( $83\% \pm 3\%$ ) lähialueen 15 vuotta täyttäneistä asukkaista. Runsaan parin kilometrin säteellä Alisestajärvestä on 15 vuotta täyttäneitä asukkaita hieman yli 4000. Näistä Alisellajärvellä ulkoili arvion mukaan yhteensä runsaat 3000, joista aktiivisesti eli vähintään 10 kertaa alueella ulkoilleita oli noin 1800. Haastattelujen perusteella alueen ulkoilukäyttö on edelleen lisääntymässä (ks. luku 8).

Etenkin Alisenjärven aktiivisista virkistyskäyttäjistä huomattava osa asuu suhteellisen lähellä järveä. Alisenjärven merkitys virkistyskäyttökohteena väheni selvästi asuinpaikan etäisyyden järveltä kasvaessa, ja erot eri osa-alueiden välillä olivat kaikkien harrastusmuotojen kohdalla tilastollisesti erittäin merkitseviä ( $\chi^2$ -testi). Välimatkan kasvu selittää huomattavan osan erosta, mutta on myös huomattava, että keskustan suunnassa asuvat vastaajat olivat yleisestikin hieman vähemmän aktiivisia ulkoilijoita.



Kuva 38. Alisellajärvellä vuoden 1992 aikana vähintään kerran eri virkistyskäyttömuotoja harrastaneiden 15-vuotta täyttäneiden osuudet eri osa-alueilla (n=613).





**Kuva 39.** Aktiivisesti (vähintään 10 kertaa vuoden aikana) eri virkistyskäyttömuotoja Alisellajärvellä harrastaneiden 15-vuotta täyttäneiden osuudet eri osa-alueilla (n=337).

Ulkoilun tuottamia hyötyjä koskevien tutkimusten perusteella yksi tärkeä tyyppi hyötyjä on "sosiaaliset hyödyt", eli nauttiminen toisten ihmisten seurasta, uusien ihmissuhteiden solmiminen ja yhdessäolo perheen kanssa (Katila 1987). Myös Alisellajärvellä virkistyskäyttöön liittyy paljon sosiaalista toimintaa; vain noin neljäsosa ilmoitti käyneensä Alisellajärvellä useimmiten yksin. Lähinnä Alisellajärveä asui selvästi enemmän lapsiperheitä kuin muualla, ja tällä alueella asuvista Alisellajärven virkistyskäyttäjistä lähes kolmannes ilmoitti käyvänsä järvellä useimmin nimenomaan lasten kanssa (taulukko 10). Vastaavasti Nokian keskustasta Alisellajärvellä käyneistä suhteellisesti useampi kävi alueella yhdessä muiden ihmisten kanssa, mutta ei nimenomaan lapsiensa kanssa.

**Taulukko 10.** Kenen kanssa vastaajien virkistyskäyttö Alisellajärvellä useimmin tapahtui. Osa-alueiden vertailua.

	Asunnon etäisyys Alisellajärveltä:		
	Alle 1 km	1-2 km	keskusta (yli 2 km)
Yksin	24 %	24 %	23 %
Lasten kanssa	31 %	20 %	10 %
Puolison, ystävien tai muiden tuttujen kanssa	45 %	56 %	67 %
n	228	282	100

### **Alisenjärven paikallinen merkitys kalastusvesistönä**

Alisenjärven lähialueen 15-vuotta täyttäneistä asukkaista 16 % kalasti tulosten perusteella ainakin kerran vuoden 1992 aikana Alisellajärvellä. Valtaosa Alisellajärvellä kalastaneista kalasti järvellä alle 10 kertaa vuoden aikana, aktiivisesti kalastaneita oli järven lähialueen asukkaista ainoastaan 2% (kuvat 38 ja 39). Suurin osa (82 %) järvellä kalastaneista lähialueen asukkaista oli miehiä.

Alisenjärven paikallista vetovoimaa kalastusvetenä voidaan arvioida tarkastelemalla, kuinka suuri osuus lähialueella asuvista kalastuksen harrastajista kalasti myös nimenomaan Alisellajärvellä. Tulosten perusteella kaikista lähialueella asuvista vuoden 1992 aikana kalastusta harrastaneista ainoastaan kolmasosa (34 %) kalasti kyseisen vuoden aikana myös Alisellajärvellä. Laajemmassa, Rovaniemellä tehdyssä kalastuskyselyssä kaikista kalastaneista kaupunkilaisista noin 80 % kalasti myös kaupungin välittömässä läheisyydessä olevassa jokivesistössä (Leskinen ja Matinlompola 1992). Näyttääkin siltä, että Alisenjärvi ei vedä erityisen tehokkaasti kalastajia edes aivan lähialueilta.

Tämä tulee erityisen selvästi esille, jos tarkastellaan pelkästään aktiivista, vähintään kymmenen kertaa vuoden aikana tapahtunutta kalastusta. Alisenjärven lähialueilla asuvista vuoden 1992 aikana aktiivisesti kalastusta harrastaneista vain 10 % kalasti aktiivisesti myös Alisellajärvellä. Eli useimpien aivan Alisenjärven lähelläkin asuvien ja aktiivisesti kalastavien tärkeimmät kalastusvesistöt sijaitsevat kokonaan muualla.

Sytä Alisenjärven melko vähäiseen paikalliseen suosioon kalastusvetenä lienee useita. Järvi on pieni ja nykyiset kalastusrajoitukset kieltävät esimerkiksi verkkopyynnin muuttamaan viikkoa lukuun ottamatta koko vuoden ajan. Luontainen saalislajivalikoima on suppea. Arvokalaistutuksilla saalisvalikoimaa voitaisiin monipuolistaa, mutta on muistettava, että saaliin saaminen ei ole useimmille vapaa-ajan kalastajille edes tärkein kalastuksen motiivi (Leinonen ja Lehtonen 1992), joten istutuksillakaan Alisenjärven kalastuskäyttöä ei saataisi loputtomasti lisättyä. Leinosen ja Hildénin (1991) mukaan vapaa-ajan kalastuksessa kalastuspaikan valintaan vaikuttavat myös monet muut tekijät. Tärkeitä ovat mm. erilaiset esteettiset tekijät kuten paikan maisemallinen kauneus ja luonnontilaisuus, erilaiset käytännön seikat kuten veneenkäyttömahdollisuus ja vapaa-ajan asunnon sijainti, samoin kuin myös kalastuspaikan rauhallisuus.

### **Alisenjärven kalastus ja saaliit asutokunnittain**

Lähialueella asuvista kyselyyn vastanneista asutokunnista 22 %:ssa vähintään yksi perheenjäsen oli kalastanut Alisellajärvellä vähintään kerran vuonna 1992. Näistä asutokunnista runsas kolmasosa ilmoitti kuitenkin jääneensä kokonaan ilman saalista Alisellajärvellä. Lisäksi kalastaneiden lähialueella asuvien ja kalastaneiden kyselyyn vastanneiden asutokuntien kokonaismäärästä (136) 10 asutokuntaa ilmoitti saaneensa saalista, mutta oli jättänyt kyselylomakkeen saaliita koskevan osan täyttämättä.

Nokian keskustassa asuvista kyselyyn vastanneista asutokunnista ainoastaan 4 %:ssa (8 kpl) vähintään yksi perheenjäsen oli kalastanut vastaavana aikana Alisellajärvellä. Näistä asutokunnista neljä ilmoitti jääneensä ilman saalista ja kaksi ilmoitti saaneensa saalista, mutta oli täyttänyt saalistiedot puutteellisesti. Tästä syystä Nokian keskustassa asuvat vastaajat on jätetty kokonaan ulkopuolelle kalastusta koskevista taulukoinneista ja tarkastelusta.

Kalastus Alisellajärvellä tapahtui tyypillisesti vapapyydyksillä; yleisimmin ongella, pilkkivavalla tai heittovavalla (taulukko 11). Katiskaa tai verkkoa käytti vain pari kyselyyn vastannutta asutokuntaa. Osasyynä verkkokalastajien vähyteen ovat verkkokalastusta koskevat tiukat rajoitukset. Oletettavasti monen kalastajan mielestä muutaman viikon verkkokalastuskesäajan ajaksi järvelle ei kannata hankkia venettä.

Taulukko 11. Kyselyyn vastanneiden lähialueen asutokuntien Alisellajärvellä käyttämät pyydykset ja pyyntipäivät (n=126).

	kalastuspäiviä yht. (d)	pyydyistä käyttäneiden asutokuntien osuus (%)
Onkivapa	419	59
Pilkkivapa	208	38
Heittovapa	321	39
Katiska	40	2
Verkko	5	1
Muu pyydys	28	3

Myös alle 15-vuotiaiden Alisellajärvellä kalastaneiden osuuksia arvioitiin koko asutokunnan kalastusta koskevan kysymyksen perusteella. Kaikista Alisellajärvellä kalastaneista noin 30 % oli alle 15-vuotiaita, jotka jäivät siis tämän tutkimuksen aineiston ulkopuolelle. Tämä on hieman korkeampi osuus kuin mitä on arvioitu esim. Rovaniemen lähialueille tehdyssä kalastuskyselyssä (Leskinen ja Matinlompola 1992).

Ahven oli selvästi runsain saalislaji (taulukko 12). Seuraavaksi runsaimmat saalislajit olivat särki ja hauki. Siiat ovat peräisin järveen tehdyistä istutuksista. Saalislajeista ainoastaan särkien voidaan katsoa olevan happamoitumisen takia uhattuna. Saaliin jakautumisesta eri pyydyksille näkyy selvästi myös vapapyydysten runsas käyttö. Saalispyydettiin lähes yksinomaan vapapyydyksillä.

Taulukko 12. Kyselyyn vastanneiden lähialueiden asutokuntien Aliseltajärveltä saamat saaliit (kg) lajeittain ja pyydyksittäin summattuna (n=126).

	ahven	hauki	särki	kiiski	siika	muu
Onkivapa	133	2	63	20	6	0
Pilkkivapa	65	5	5	3	7	0
Heittovapa	32	32	2	0	3	1
Katiska	3	8	0	0	0	1
Verkko	0	0	0	0	1	0
Muu pyydys	2	2	0	0	1	5
Yhteensä	235 kg	49 kg	70 kg	23 kg	18 kg	7 kg

### 7.3.3 Alisenjärven kalkitushanke

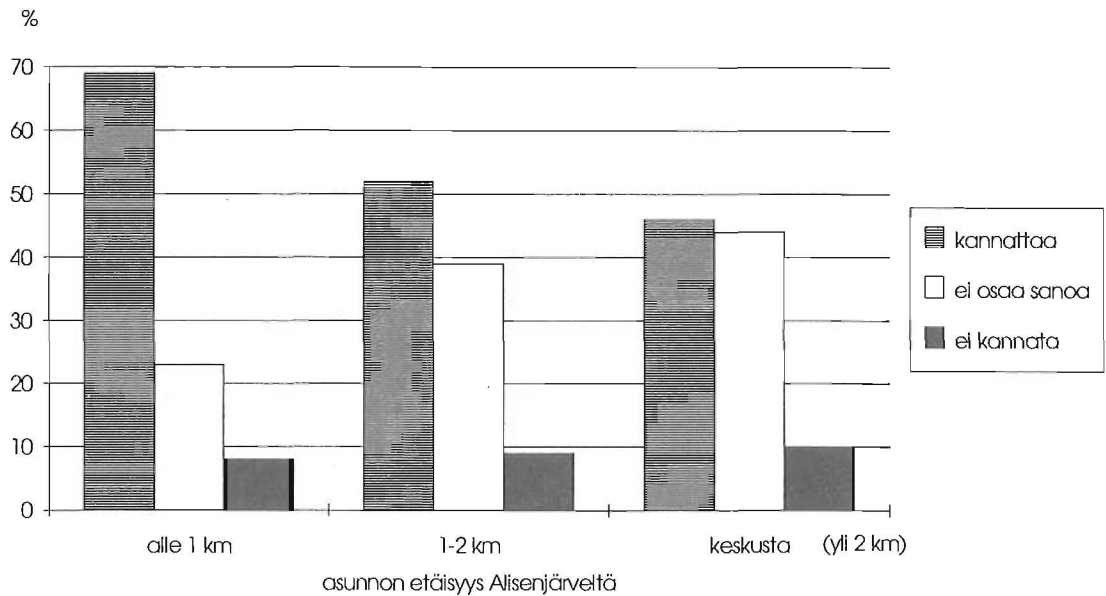
Alisenjärven happamoituminen on ollut useaan otteeseen esillä Nokian paikallislehdessä. Samoin järven kalkituksesta ja kalkitusten jälkeisistä tutkimuksista on tiedotettu, joten useimpien lähialueen asukkaiden voidaan olettaa olevan tietoisia kalkituksesta. Tässä luvussa tarkastellaan lähialueiden asukkaiden suhtautumista kalkitusten jatkamiseen sekä tarkastellaan kalkituksiin liittyviä odotuksia ja toiveita.

#### Kalkitusten jatkamisen kannatus

Hieman yli puolet (55 %) kyselyyn vastanneista ilmoitti kannattavansa Alisenjärven kalkitusten jatkamista kyselylomakkeessa esitetyillä ehdoilla, joiden mukaan kalkituksen kustannukset kerättäisiin Nokian kaupungin asukkailta itseltään (ks. liite 1). Kalkitusten jatkamista ei kannattanut 9 %, ja 36 % vastaajista ei osannut ottaa kantaa asiaan. Mielipidemittauksen lopputulokseen vaikuttaa aina voimakkaasti etenkin kysymysten muotoilu, joten lukuja voidaan pitää lähinnä suuntaa antavina. Tuloksista saadaan kuitenkin tietoa esimerkiksi ihmisten arvostuksiin vaikuttavista tekijöistä tarkastelemalla tulosten jakautumista eri taustamuuttujien suhteen.

Kalkitusten jatkamisen saama tuki oli suurimmillaan järven lähellä asuvien keskuudessa (kuva 40). Siirryttäessä Nokian keskustaan kalkituksen kannattajien osuus väheni ja kantaa ottamattomien osuus kohosi voimakkaasti.

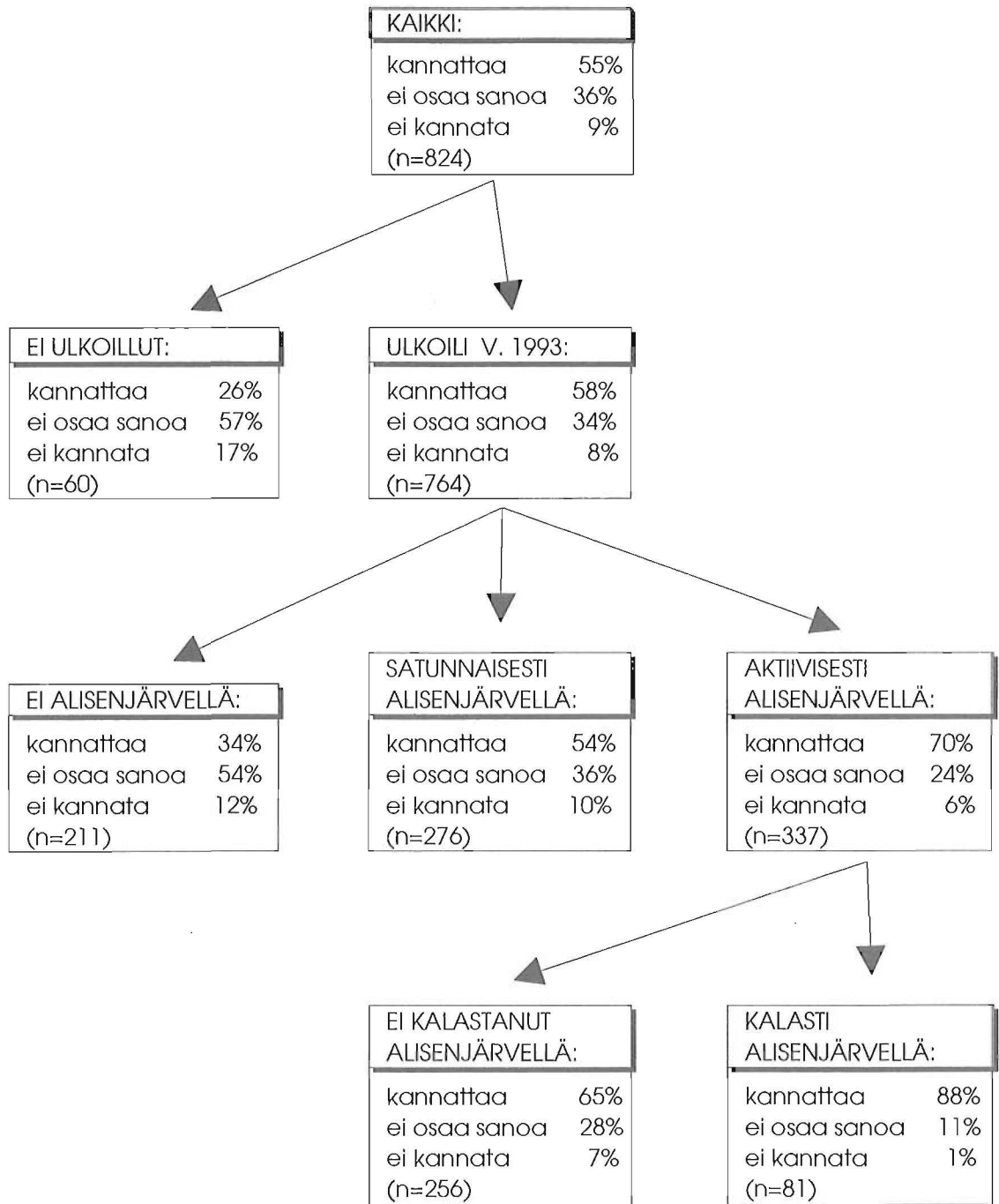
Suhtautumista Alisenjärven kalkitusten jatkamiseen tarkasteltiin myös pelkästään ulkoiluharrastuksiin liittyvien muuttujien avulla. Kielteisimmin kalkitukseen suhtautuivat henkilöt, jotka eivät olleet vuoden 1992 aikana harrastaneet mitään luonnossa tapahtuvaa ulkoilua tai harrastusmuotoa (kuva 41). Tähän ryhmään kuului paljon eläkeläisiä, joista myös osa lienee liikuntarajoitteisia. Ryhmään kuuluvien vastaajien mediaani-ikä (66 a) oli 21 vuotta korkeampi kuin vastaavasti ulkoilua harrastaneiden ryhmässä.



Kuva 40. Alisenjärven kalkitusten jatkamisen kannatus eri osa-alueilla (n=824).

Alisenjärven aktiivisista virkistyskäyttäjistä suurempi osa oli kalkitusten jatkamisen kannalla kuin järven satunnaisista virkistyskäyttäjistä tai kokonaan muualla ulkoilua harrastaneista. Myönteisimmin kalkitukseen suhtautuivat Alisenjärven aktiivisista virkistyskäyttäjistä ne, jotka olivat myös kalastaneet Alisellajärvellä. Aikaisemmin on jo todettu, että aktiivisista käyttäjistä huomattavasti suurempi osa myös asuu Alisenjärven läheisyydessä. Kaikki haastattelututkimuksessa mukana olleet Alisenjärven aktiivikäyttäjät kannattivat kalkitusta yksimielisesti (ks. luku 8), tosin useimmat katsoivat, että kustannukset kuuluisivat yhteiskunnalle tai kaupungille.

Sieväsen (1992) mukaan luonnon kokemiseen liittyvät tekijät kuten luonnonrauhan ja -kauneuden kokeminen ovat useimmille ulkoilijoille tärkeitä ulkoilumotiiveja. Ulkoilu ympäristö voidaan kokea useilla eri tavoilla ja tasoilla (ks. Katila 1987). Ympäristö voidaan kokea myös oman persoonallisuuden osana, etenkin silloin, jos ympäristö on tuttu ja siellä käydään usein. Ympäristössä tapahtuvat muutokset todennäköisesti koetaan silloin myös omassa itsessä tapahtuvana muutoksena. Tällöin on myös ymmärrettävää, että aktiiviset virkistyskäyttäjät kokevat ympäristöön liittyvät muutokset vakavina, vaikeivat muutokset aina käytännön tasolla uhkaisivatkaan virkistyskäyttömahdollisuuksia. Nimenomaan osa iäkkäämmästä käyttäjäkunnasta on haastattelututkimuksen tulosten perusteella "kasvanut henkisesti kiinni" Aliseenjärveen (ks. luku 8).



**Kuva 41.** Alisenjärven kalkitusten jatkamisen kannatus vastaajien ulkoiluaktiivisuuteen ja Alisenjärven käyttöön liittyvien muuttujien perusteella hajoitettuna.

### Kalkitusta kannattaneiden odotukset Alisellajärvellä

Kyselyssä esitetyistä kalkitusten tavoitteista Alisenjärven luonnontilan säilyttämistä pidettiin selvästi tärkeimpänä (taulukko 13), ja vaikuttaa siltä, että kalkituksen jatkamisen kannattamisen yleisin motiivi on jonkinlainen yleinen huoli järven luonnontilan säilymisestä. Sama seikka korostui myös haastattelututkimuksessa, ja monet haastatelluista viittasivat hieman epämääräisesti järven tai kalaston pelastamiseen (ks. luku 8). Myös metsien virkistyskäyttöä koskevilla tutkimuksilla on todettu ulkoilijoiden arvostavan metsien luonnontilaisuutta, vaikkakin on myös todettu, että ulkoilijoilla ei useinkaan ole selvää käsitystä siitä, milloin metsä on luonnontilainen (Savolainen ja Kellomäki 1981).

Kyselylomakkeessa esitettiin mahdollisina tavoitteina myös särki- ja rapukantojen elvyttäminen. Happamoituvista järvistä katoamassa olleiden särkikantojen elvyttäminen kalkituksilla on usein onnistunut hyvin (Raitaniemi ym. 1992), mutta rapukantojen elpyminen kalkituksen järkeen on vähäisten kokemusten perusteella erittäin epävarmaa (Appelberg ja Odelström 1990).

Useimmat kalkitusten jatkamista kannattaneet pitivät rapukantojen elvyttämistä erittäin tärkeänä tavoitteena, mutta särkikantojen säilyttämisen suhteen mielipiteet jakautuivat tasaisemmin. Ero kuvastanee yleisempää arvostuseroa; rapua arvostetaan, mutta särkeä pidetään usein lähinnä "roskakalana". Särkikantojen säilyttämistä piti kuitenkin vähintään melko tärkeänä tavoitteena kaksi kolmasosaa kalkitusta kannattaneista, ja myös särkikantojen säilyttämisen voidaan katsoa sisältyvän laajempaan luonnontilan ja järven alkuperäisyyden säilyttämiseen liittyvään tavoitteeseen.

Taulukko 13. Alisenjärven kalkitusten tavoitteiden tärkeysvertailu. Mukana kaikki kalkitusten jatkamista kannattaneet (n=456).

	erittäin tärkeää	melko tärkeää	ei osaa sanoa	ei ollenkaan tärkeää
Alisenjärven särkikantojen säilyttäminen	31 %	38 %	20 %	11 %
Rapukantojen mahdollinen elpyminen	62 %	26 %	11 %	2 %
Yleensäkin Alisenjärven säilyttäminen mahdolli- simman luonnontilaisena	84 %	14 %	1 %	0 %

Vastaava tarkastelu tehtiin myös erikseen niille kalkituksen jatkamista kannattaneille, jotka olivat itse kalastaneet Alisellajärvellä (taulukko 14). Selvin ero aiempaan tarkaste-

luun verrattuna tuli esille suhtautumisessa rapukantojen elvyttämiseen. Alisellajärvellä kalastaneiden keskuudessa rapukantojen elvyttämistä pidettiin selvästi tärkeämpänä tavoitteena kuin kaikkien kalkituksia kannattaneiden joukossa. Noin 20 %-yksikön erosta päätellen kalastaneiden, ja samalla useimmiten myös lähellä järveä asuvien joukossa, ravulle olisi ilmeisesti myös jonkinlaista "käyttökysyntää".

Särkikantojen säilyttämistä kalkitusten avulla ei nähty myöskään Alisellajärvellä kalastaneiden joukossa erityisen tärkeänä tavoitteena. Se, että kannatus oli kalastaneiden joukossa samalla tasolla kuin koko joukossa, viittaa pikemminkin siihen, ettei särjillä ole erityistä käyttöarvoa Alisellajärvellä kalastaneille. Hyvin samankaltainen tulos särkien merkityksestä on saatu aiemmin myös laajemmasta valtakunnallisesta kyselytutkimuksesta (Lappalainen 1992).

Taulukko 14. Kalkitusten tavoitteiden tärkeysvertailu. Mukana ne, jotka kannattivat kalkitusten jatkamista ja kalastivat Alisellajärvellä vuonna 1992 (n=89).

	erittäin tärkeää	melko tärkeää	ei osaa sanoa	ei ollenkaan tärkeää
Alisenjärven särkikantojen säilyttäminen	33 %	47 %	14 %	6 %
Rapukantojen mahdollinen elpyminen	82 %	16 %	2 %	0 %
Yleensäkin Alisenjärven säilyttäminen mahdolli- simman luonnontilaisena	87 %	2 %	1 %	0 %

Valtaosa kalkitusten jatkamista kannattaneista katsoi, että kalkitusten tulisi olla Alisellajärvellä säännöllisesti toistettava hoitotoimenpide, jolla Alisenjärven tila pidettäisiin jatkuvasti mahdollisimman luonnontilaisena (taulukko 15). Kysymyspariin oli vastattu hyvin johdonmukaisesti, ja vain harvat näkivät kalkituksen tärkeimmän tehtävän olevan järven käyttöä haittaavien oireiden poistamisen. Tämäkin osoittaa, että kalkituksilta toivotaan selvästi jotain muuta kuin nimenomaan järven käyttömahdollisuuksien turvaamista.



Taulukko 15. Kalkitusten jatkamista kannattaneiden mielipiteitä kalkitusten ajoittamisesta suhteessa oireisiin (n=456).

	täysin samaa mieltä	ositt. samaa mieltä	ei osaa sanoa	ositt. eri mieltä	täysin eri mieltä
Kalkitus uudestaan vasta sit- ten, kun oireet näkyvät ja haittaavat selvästi käyttöä	6 %	9 %	12 %	24 %	49 %
Kalkituksesta luonnollinen hoitotoimenpide, joka tois- tetaan säännöllisesti paljon ennen oireiden havaitse- mista	62 %	26 %	9 %	3 %	1 %

## 7.4 Johtopäätökset

Alisenjärven ja sen lähiympäristön virkistyskäyttö on runsasta ja järven merkitys lähialueiden asukkaille on huomattavan suuri. Alueen merkitys korostuu erityisesti siksi, että se sijaitsee asutuksen välittömässä läheisyydessä.

Tarkasteltaessa kokonaisuutena Alisenjärven virkistyskäyttöön mahdollisesti liittyviä uhkatekijöitä, huomio tulisi kiinnittää lähinnä kahteen ylivoimaisesti yleisimpään virkistyskäyttömuotoon: ulkoiluun ja uintiin, ja niihin mahdollisesti lähitulevaisuudessa kohdistuviin uhkiin. Uusien asuinalueiden rakentaminen rantojen läheisyyteen lisäisi alueen ulkoilijamääriä ja samalla supistaisi ulkoilijoiden käytössä olevia alueita, jolloin seurauksena voisi olla ajoittaista ruuhkautumista ja alueen virkistyskäyttöarvon aleneminen. Uintimahdollisuuksia voisivat lisäksi uhata lähinnä mahdollinen rehevöityminen ja ajoittaiset leväkukinnat.

Alisenjärven happamoitumisella ei ole ulkoilu- eikä uintimahdollisuuksiin konkreettisia kielteisiä vaikutuksia, eikä kalkituksista siis ole odotettavissa näiden virkistyskäyttömuotojen kannalta myöskään hyötyjä. Kalkituksista ei ole odotettavissa mainittavia hyötyjä myöskään järven tapahtuvalle suhteellisen vähäiselle vapaa-ajan kalastukselle, etenkin kun rapukantojen elpyminen kalkituksilla on epävarmaa.

Edellisestä huolimatta Alisenjärven kalkitusten jatkaminen saa varsin huomattavaa kannatusta lähialueen asukkailta. Useimmat alueen asukkaat ovat selvästi huolissaan Alisestajärvestä ja ehkä yleisemminkin luonnon säilymisestä. Järvi haluttaisiin kalkitusten avulla säilyttää mahdollisimman luonnontilaisena, vaikka kalkituksille ei näytä löytyvän

todellisia käyttöön liittyviä - esimerkiksi kalataloudellisia - perusteita. Ilmeisesti järven kalkitseminen nähdään konkreettisenä mahdollisuutena tehdä jotakin luonnon hyväksi.

## **8 ALISENJÄRVEN HAPPAMOITUMISEN JA KALKITUKSEN MERKITYKSESTÄ JÄRVEN VIRKISTYSKÄYTÖLLE - HAASTATTELUTUTKIMUS**

**Kari Pitkänen**

Tampereen yliopisto, sosiologian ja sosiaalipsykologian laitos

### **8.1 Johdanto**

Nokian Alinenjärvi valittiin yhdeksi kohteeksi vuonna 1991 vesi- ja ympäristöhallituksessa käynnistyneeseen neutralointiselvitykseen, jonka tarkoituksena on kehittää valtakunnallinen happamoituneiden järvien neutralointistrategia. Alinenjärvi kalkittiin keväällä 1992. Toimenpiteen tarkoituksena oli palauttaa järven happamuus lähelle luonnontilaista tasoa.

Suomessa toistaiseksi tehdyissä kalkituskokeissa ongelmanasettelu on ollut lähes puhtaasti luonnontieteellinen. Muuttunut ekosysteemi on pyritty palauttamaan lähelle sitä tilaa, jossa se oli ennen happamoitumista. Tutkimukset ovat keskittyneet selvittämään vesikeemiallisia muutoksia, kalalajiston muutoksia, muita biologisia muutoksia, kalkin oikeaa määrää ja sen levitykseen valittavia keinoja. Ympäristökysymyksiä yleensäkin on aiemmin tarkasteltu lähinnä luonnontieteellisistä tai teknisistä lähtökohdista käsin.

Käsillä oleva tutkimus on tehty tukeutuen kehittymässä olevaan ympäristösosiologian teoriaan. Kyse on yhteiskunnallisesti suuntautuneesta ympäristötutkimuksesta, joka Suomessa tieteenalana on varsin uusi. Koko ympäristösosiologia on käsitteenä toistaiseksi vakiintumaton, eikä sille ole luotu selkeitä linjoja tai paradigmoja. Ympäristö on noussut sosiologiseksi tutkimusaiheeksi laajemmin vasta 1980-luvulla.

Ympäristösosiologian kehitysvaiheista elämme nyt kolmatta, ns. riskiyhteiskunnan aaltoa. Ympäristökeskustelua hallitsevat meilläkin suuret ympäristöriskit: ilmaston lämpeneminen, otsoniaukon repeäminen, metsäkuolemat ja Tsernobylin ydinvoimalaonnettomuus (Massa 1991, 1990). Riskiyhteiskunnan teoreetikon Ulrich Beckin (1990) mukaan on syntymässä kokonaan uusi yhteiskuntamuoto, jota hallitsevat ydinvoiman, teollisuuden ja geeniteknologian suuret riskit. Pohjimmiltaan kyse on kriisistä ihmisen ja koko häntä ympäröivän elollisen luonnon välillä. Mahdollisten onnettomuuksien aikahorisontti on esimerkiksi ydinvoiman suhteen ihmisen näkökulmasta loputon. Tekniikan avulla ongelmia voidaan minimoida, mutta ei kokonaan poistaa (Beck 1990).

Riskiyhteiskunnan käsitettä voidaan laajentaa ottamalla mukaan termi "ryöstötalous". Massa (1990) kutsuukin riskiyhteiskunnaksi ryöstötalouden kasaantumisvaiheessa olevaa yhteiskuntaa. Sille ovat ominaisia laajalle levinneet ympäristökatastrofit ja luonnon

biologisen perusrakenteen vaurioituminen. Massa laskee Suomen päätyneen kasautuvan ryöstötalouden vaiheeseen 1980-luvulta alkaen. Tänä aikana elintaso ja kulutus on kasvanut selvästi, ja Suomi on esimerkiksi saanut osansa Tsernobylin onnettomuuden vaikutuksista. Ilmakehän lämpeneminen, happamat saasteet, otsonikerroksen ohentuminen ja raskasmetallipäästöt sekä muut ympäristöongelmat ovat niin ikään nousseet laajaan julkiseen keskusteluun 1980-luvulta lähtien (Massa 1990).

Happamoituminen ympäristöongelmana täyttää riskiyhteiskunnalle luonteenomaisina pidettyjen uhkien tunnusmerkkejä. Teollisten prosessien aiheuttamaa happamoitumista tapahtuu maailmanlaajuisesti. Ongelma on luonteeltaan vaikeasti hahmotettava ja pitkävaikutteinen. Mikäli päästöihin ei puututa, vauriot luonnolle jäävät pysyviksi. Happamoituksen kaikkia vaikutuksia ei tunneta. Kyse on riskistä, johon yhteiskunta joutuu ottamaan kantaa tuntematta kaikkia sen seurannaisvaikutuksia luonnon ja ihmisen itsensä kannalta. Koko ilmansaasteongelmalle tyypillinen piirre on epävarmuus (Meidinger 1986).

Ympäristöongelmien pahenemisesta ja ryöstötalouden kehityksestä huolimatta suomalaisilla on harvan asutuksen, kesämökkien ja sukulaisverkostojen ansiosta edelleen kiinteämät suhteet luontoon ja omavaraistalouteen kuin yleensä tiheään asutuissa, pitkälle teollistuneissa maissa. Etäisyys agraariin yhteiskuntaan on ajallisesti lyhyt. Luontoon ollaan kosketuksissa luonnon hyötykäytön ja etenkin vapaa-ajan kautta. Toisin kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa tai Yhdysvalloissa, meillä myös kaupunkimainen asuminen ja taajamat liittyvät usein saumattomasti ympäröivään luontoon.

Nokian Alinenjärvi on pienehkö, lähellä taajamaa sijaitseva melko voimakkaassa virkistyskäytössä oleva ilmansaasteiden vuoksi happamoitunut järvi. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan Alisenjärven eri merkityksiä sen aktiivisimmille virkistyskäyttäjille ja heidän suhdettaan järven happamoitumiseen ja kalkitukseen. Työ on osa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Aliseenjärveen liittyvistä tutkimuksista. Samalla se on osa vesi- ja ympäristöhallituksen neutralointiselvitystä. Tutkimuksen on ohjannut apulaisprofessori Ulla Vuorela Tampereen yliopistosta. Mikael Hildén vesi- ja ympäristöhallituksesta sekä Antti Lappalainen Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksesta ovat osallistuneet työn suunnitteluun.

## 8.2 Aineisto ja menetelmät

Tässä tutkimuksessa on haastateltu Nokian kaupungissa sijaitsevan Alisenjärven aktiivikäyttäjiä. Haastattelut on tehty kahdessa vaiheessa: marras-joulukuussa 1991 sekä helmi-maaliskuussa 1992, ennen järven kalkitusta. Kaikkiaan haastateltuja oli 20. Eräissä haastatteluissa mukana oli useampi käyttäjä kerrallaan. Muutama haastattelu tehtiin paikan päällä Alisellajärvellä.

Aktiivikäyttäjällä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa henkilöä, joka käyttää Alisellajärvellä olevia yhteisöjen lomamajoja, tai jolla itsellään on järvellä mökki. Oletettuja aktiivikäyttäjiä ovat myös ne henkilöt, jotka asuvat järven välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla omakotitaloalueilla.

Alisenjärven rannalla on mökkejä viidellä eri yhdistyksellä tai yhteisöllä: Nokian sotainvalideilla, Nokian siviili-invalideilla, Postilla, poliiseilla sekä Rakennusliiton Nokian paikallisosastolla. Lisäksi Alisellajärvellä on kaksi yksityistä kesämökkiä. Eräiden yhdistysten majojen yhteydessä on myös pienehköjä mökkejä, joista ko. yhdistys tekee vuokrasopimuksia omien jäsentensä kanssa.

Tutkimus on tehty haastattelututkimuksena. 45 minuutin - 1,5 tunnin mittaiset teemahaastattelut on nauhoitettu, minkä jälkeen nauhoitukset on purettu kirjalliseen muotoon kevään ja kesän 1992 aikana. Menetelmänä teemahaastattelu on puolistrukturoitu. Haastatteluissa läpikäytävät aihepiirit eli teemat ovat etukäteen määrättyjä, mutta kysymysten tarkka muoto ja järjestys kuitenkin puuttuvat. Haastatteluteemat ovat koskeneet järven käyttötapoja, käytön intensiteettiä, haastateltavien suhtautumista ympäristökysymyksiin sekä havaintoja järven kunnosta ja siinä tapahtuneista muutoksista. Edelleen on selvitetty ihmisten käsityksiä happamoitumisesta, sen syistä ja seurauksista sekä suhtautumista Alisenjärven kunnostuskalkitukseen. Lisäksi on tiedusteltu vastaajan käsityksiä omista vaikutusmahdollisuuksista ympäristökysymyksissä sekä sitä, kenelle vastuu hyvästä ympäristöstä kuuluu.

Sosiologiassa kvalitatiivisilla tutkimusmenetelmillä ymmärretään tavallisesti kenttätutkimusmenetelmiä, joiden analysointi ei perustu tilastollisiin menetelmiin. Haastatteleamalla kohdehenkilöitä tutkijan on mahdollista päästä tilastotietoa syvemmälle ihmisten varsinaiseen käyttäytymiseen ja viitekehukseen. Kvalitatiivisin menetelmin kerätyt tulokset voivat tärkeällä tavalla muistuttaa ihmisten olemassaolosta, heidän tarpeistaan, toiveistaan ja tunteistaan. Tieteenfilosofisesti kvalitatiivinen tutkimus painottuu enemmän teorianmuodostukseen kuin hypoteesin todentamiseen, jota painotetaan tilastollisessa tutkimuksessa (Grönfors 1982).

Kvalitatiivisin menetelmin tehdyssä tutkimuksessa korostuu tutkijan hermeneuttinen, ymmärtävä, ajatustapa. Siinä asioiden oivaltaminen ja ymmärtäminen johtaa uusiin toimintastrategioihin oppimisen avulla. Hermeneuttinen metodi pohjautuu kielen (viestin) selittämiseen, tulkintaan ja ymmärtämiseen. Viesti voidaan tavoittaa kirjallisesta ja suullisesta esityksestä, mutta myös fyysisestä ympäristöstä, kuten ihmisen asumisesta, vapaa-ajanvietosta, harrastuksista jne. Hermeneuttinen tieto korostaa praktista järkeä, joka merkitsee ilmiöiden moniselitteisyyden hyväksymistä, tarkoituksellisuuden arvostamista sekä kiinnostusta ilmiöiden olemuksesta ja merkityksestä. Maailmaa halutaan todella ymmärtää, ei vain selittää tai kritisoida. Siksi ongelmaa lähdetään ratkaisemaan sen omista lähtökohdista käsin tukeutumatta niinkään standardoituun paradigmaan (Koskiahho 1990, Helenius 1990).

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkijan oma rooli on ratkaisevan tärkeä. Hän on itse oman tutkimuksensa tärkein tutkimusväline. Positivistisessa tieteentraditiossa tutkija pyrkii ns. objektiiviseen tutkimukseen, jonka tavoitteena on menetelmistä ja tutkijasta riippumaton totuus. Kvalitatiivisin menetelmin tehtyä tutkimusta ei samoin periaattein voi pitää objektiivisena, koska tulosten tulkinta riippuu ratkaisevasti tutkijasta itsestään. Parhaimmillaan kvalitatiivinen tutkimus näkee koko tutkimuksen objektiivisuuden ongelmallisena ja saavuttamattomana asiana (Grönfors 1982, Helenius 1990).

Alisellajärvellä tehdyssä haastattelututkimuksessa vesistön tilaa ja käyttömuotoja on selitetty ja tulkittu vesistön käyttäjien näkökulmasta. Tutkimuksessa korostuvat heidän asenteensa, tarpeensa ja toiveensa. Todellisten ihmisten maailmaa ei ole pyritty "selittämään pois", kuten on laita sellaisissa lähestymistavoissa, joiden tarkoituksena on ainoastaan etsiä määrääviä syitä tutkimuksen kohteina oleville ilmiöille (Ruohonen 1988, Helenius 1990).

## 8.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 8.3.1 Alisenjärven merkitys aktiivikäyttäjille

Alisenjärven merkitys virkistysalueena on suuri kaikille haastatelluille. Useimmiten järvellä uidaan ja kalastetaan. Järven rannalla sijaitsevilla yhteisöjen majoilla käydään saunomassa, heittämässä tikkaa ja tapaamassa ystäviä. Lisäksi järven ympäristöä käytetään marjastukseen, sienestykseen ja retkeilyyn. Innokkaimmat käyvät järvellä kesäaikana lähes päivittäin. Järven käyttö on lähes kaikkien mielestä lisääntynyt jatkuvasti. Järveä pidetään vielä melko luonnontilaisena ja rauhallisena paikkana, koska ympäristö on erämainen ja esimerkiksi moottoriveneily järvellä on kielletty.

Vanhempi käyttäjäkunta - eläkeikäiset - on viettänyt Alisellajärvellä aikaansa jo vuosikymmenten ajan. Yhteisöjen majoilla olevat mökit ovat pääosin juuri tämän ikäluokan käytössä. Yllättävää ei siis ole, että Alisenjärven merkitys vanhemmalle ikäluokalle on poikkeuksellisen suuri. Mikäli lähellä sijaitseva vesistö pilaantuisi käyttökelvottomaksi, vaikutukset tuntuisivat juuri vanhemman väen elämässä. Välittömimmin kärsisivät ihmiset, joille Alinenjärvi on käytännössä ainoa virkistysalue. Korvaavaa paikkaa ei ole varaa tai aikaa ruveta etsimään:

"Me ollaan niin vanhoja, että meillä ei ole aikaa. Jos rahaa olisi paljon, niin ehkä sitten. Meillä ei ainakaan mitään ole tiedossa. Kyllä sitä sitten tullaan asumaan kaupunkiin" (mies, 71 vuotta).

Alistajärveä vuosikymmeniä käyttäneet, sinne mökkinsä rakentaneet ja talkootyötä yhteisöjen majojen eteen tehneet ihmiset ovat myös henkisesti "kasvaneet kiinni" järveen. Alinenjärvi on järvenä heille tärkeempi kuin nuorille, paitsi läheisyytensä, myös itseisarvonsa vuoksi. Vanhemman käyttäjäkunnan käyttöä ja suhtautumista järveen säätelevät vuosien aikana opitut ja sisäistetyt säännöt. Monet vanhemmista ihmisistä kertovat välttävänsä roskaamista, turhaa kulutusta, autojen pesua järven rannalla jne. Järvi on rajallinen luonnonvara, jota ei sovi liikakäytöllä rasittaa kohtuuttomasti.

"Vaikka (mökki Alisellajärvellä) on pieni ja vaatimaton paikka, niin kyllä siellä vain on viihdytty. Sieltä saa marjat mukavasti, ja on semmonen rauhallinen, ja lyhyt matka tänne. Sen takia me ollaan tykätty, vaikka nehän on ihan pieniä mökkejä ja vaatimattomia" (nainen, 68 vuotta).

"Tää maja on ollut sellainen paikka, jossa on voinut olla tasavertainen.... Mökki on ollut monta kertaa ensisijalla ennen kuin nää kotihommat".

"Minä seuraan aikaani. Olen aina laittanut kaikki kompostiin. Meidän tontilta ei viedä mitään pois, se on kaikki luonnon kierrossa se jäte...Me ollaan niin tarkkoja, että kerätään muovikassiin kaikki taskulampun paristot ja muut." (nainen, 72 vuotta)

"Me oomme siihen niin monta litraa hikeä tiputtaneet siihen (majaan) me vammaset tyypit, että olisi oikeastaan aika kova pettymys (menettää paikka)".

Alisenjärven välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla omakotialueella asuu pääosin työikäisiä lapsiperheitä. Nuoremmalle ikäluokalle Alisenjärven merkitys korostuu nimenomaan virkistysalueena. Erityisen tärkeänä pidetään järven uimarantaa. Alisenjärven hyvä kunto itseisarvona tunnustetaan, mutta se ei korostu vastauksissa yhtä selvästi kuin järveä pitkään käyttäneillä. Nuoremmille perheille lähellä sijaitseva, puhdas ja käyttökelpoinen vesistö on tärkeä, koska lapset voivat käyttää sitä uimiseen ja kalastukseen. Järvelle päästään helposti myös koko perheen voimin.

"Lapset käyttävät järveä niin hirveän paljon, ettei sen takia käydä yleisellä uimarannalla. Lapset tykkäävät uimisesta ja saunomisesta" (mies, 40 vuotta).

"Lasten kanssa ollaan joka kesä käyty (uimassa), siis useita kertoja" (nainen, 38 vuotta).

Ne haastateltavista, joilla on omia lapsia (tai lastenlapsia), korostavat luonnon säästämisen tarvetta nimenomaan lasten tulevaisuuden kannalta tärkeänä asiana. Järvellä koetaan läheisenä ja toistaiseksi puhtaana vesistönä olevan merkitystä myös lasten kasvattamisessa ympäristöä kunnioittavaan suhtautumistapaan.

"Kyllä minä pidän hyvinkin tärkeänä, että lapset oppivat kunnioittamaan luontoa. Kyllä luonto vielä jollakin konstilla pysyy kunnossa sen ajan kuin minä elän. Mutta millaista on sitten, kun lapset ovat tässä iässä tai vanhempia" (mies, 40 vuotta).

Helena Ruotsala havaitsi samansuuntaisia ikäryhmien eroja suhtautumisessa Oulujärven säännöstelyyn. Nuorempien vastaajien havaittiin sopeutuneen paremmin jo säännösteltyyn vesistöön, koska heillä ei ollut omakohtaista kokemusta täysin luonnontilaisesta järvestä (Ruotsala 1992).

Ympäristöpsykologiassa puhutaan "paikkaidentiteetistä", osasta ihmisen minuutta, joka muodostuu ympäristökokemusten pohjalta. Ihminen tarvitsee ja osaa käyttää ympäristön eri kohteita minuutensa tukena ja järjestäjänä. Ympäristöstä voi tulla erottamaton osa ihmisen sisäistä maailmaa. Kapeimmillaan minän symboli voidaan tulkita kodiksi, mutta eräät ympäristöpsykologit korostavat ihmisen kaikkien ympäristökokemusten merkitystä minuuden rakentumisessa (Wallenius 1991, Kyttä 1991). Tällainen erityinen osa minuutta näyttäisi vanhemmille Alisenjärven aktiivikäyttäjille järvestä muodostuneen.

Gillwald (1986) on tehnyt tutkimuksen ilmansaasteiden merkityksestä ulkoiluun. Tutkimus osoitti, että ihmiset, joiden välittömän elinympäristön kunto oli hyvä, viettivät



enemmän aikaa ulkona kuin saastuneemilla seuduilla asuvat. Ympäristön saastuminen (tutkimuksessa rikkisaasteet) näytti olevan ihmisille voimakas stressitekijä. Erityisen tärkeäksi läheisen elinympäristön hyvä kunto osoittautui vanhemmille ihmisille. Heidän elinympäristönsä on liikkumisrajoitteiden tai horjuvan terveyden vuoksi kapeampi kuin nuorten. Jos luonto kodin välittömässä läheisyydessä vaurioituu, vanhukset eivät yhtä helposti voi etsiä vastaavaa aluetta muualta (Gillwald 1986). Alisellajärvellä saadut tutkimustulokset tukevat selkeästi Gillwaldin näkemystä.

### 8.3.2 Happamoitumisen kokeminen

Lähes kaikki haastatellut olivat tehneet havaintoja järven tilassa tapahtuneista muutoksista. Osa havainnoista oli selvästi happamoitumiseen viittaavia.

"Kalaa tulee niin kuin ennenkin, jopa isompia on tullut, mutta särki siitä on hävinnyt" (mies, 71 vuotta).

"Ennen se (järvi) oli kauheen puhdas. Kun kerättiin kiviä pohjasta, ne oli niin puhtaita. Mutta nyt siellä on sellainen vihreä lima" (nainen, 72 vuotta).

"Alkuaan tuli katiskaan rapuja. Nyt ei ole enää tullut. Pari rapua tuli vuodessa, nyt ei tule yhtään".

"Tällekin rannalle rupesi kasvamaan sellasta vihreätä ruohoa, joka tulee veten läpi. Se osottaa kattos juuri sitä happamuutta" (mies, 67 vuotta).

"Minusta tää tämän puoleinen ranta on ruohottunut. Minusta se (ruoho) menee koko ajan lähemmäksi sitä kalliota mikä siinä on" (mies, 39 vuotta).

Havainnot järven veden kirkkauden muutoksista olivat osin ristiriitaisia. Osa haastatelluista kertoi veden muuttuneen kirkkaammaksi, osa sameammaksi. Pyydystettyjen kalojen keskikoon suureneminen on havaittu, vaikka sitä ei osata yhdistää happamoitumisen aiheuttamaan nuorten ikäluokkien katoamiseen. Lähes kaikki olivat sitä mieltä, että Alisenjärven tähänhetkinen tilanne ei sinänsä estä järven virkistyskäyttöä. Suurimpina järviympäristön muutoksen aiheuttamina epämuukavuuksina käyttäjät pitivät pyydysten ja veneenpohjien limoittumista sekä pohjakasvillisuuden leviämistä rannoille. Kyse oli kuitenkin enemmänkin esteettisestä haitasta kuin varsinaisesta käyttörajoituksesta.

Happamoitumisen kokevat vakavaksi ympäristöongelmaksi Alisellajärvellä nimenomaan ne, jotka seuraavat muutenkin luontoa ja joille järvellä on tärkeä merkitys virkistyskäytössä. Monet käyttäjistä voivat omakohtaisesti kokemuksiinsa vedoten tehdä vertailuja järven nykytilan ja menneisyyden välillä. Juuri he ovat havainnoineet järvellä tapahtuneita muutoksia hyvin tarkasti. Muutoksia on huomattu tapahtuneen järven kasvillisuudessa, kalalajistossa ja veden kirkkaudessa. Muutamat Alisenjärven aktiivisimmat kalastajat ovat pitäneet kalastuspäiväkirjaa vuosikautia. Näkyvimvät muutokset huonompaan - joita myös happamoitumisen biologinen tutkimus tukee - ovat saaliskalojen koon suureneminen ja rapujen katoaminen.

"Kesällä 1966 kun olin kai mökillä ensimmäisen kerran, rapuja oli järvestä niin paljon, että niitä sai sieltä käsillä nostaa. Ei tarvittu mitään pyydyksiä. Ei muuta kuin pistää vene parkkiin, mennä kivelle ja katsoa vähän aikaa ja ottaa rapu sieltä. Niitä oli siellä. Runsaat 10 vuotta sitten oli (rapuja) vielä näyttää (lapsille), mutta nyt ei enää niin paljon" (mies, 41 vuotta).

Kuitenkin selkeää tietoa Alisenjärven happamoitumisen syistä ja seurauksista oli harvoilla. Lähes kaikki ovat havainneet erilaisia muutoksia järven kunnossa, mutta vain osa haastatelluista osasi mainita suoraan syyksi rikkipäästöjen aiheuttamat happosateet. Muina syinä järven tilan ja veden laadun muutoksiin mainittiin järven lisääntynyt käyttö, Alisella oleva uimaranta, järven yläpuoliset suo-ojitukset sekä metsänlannoitukset.

"En osaa sanoa, mikä sen (järven pilaantumisen) voisi aiheuttaa. Kai nää saasteet yleensä. Mun käsittääkseni niitä mettiä ei lannoiteta, niin että mitään valumia ei pitäisi tulla. Siellä on muutama hassu mökki, ja niissäkin vedet johdetaan ensin kaivoon. Sekin on niin pientä, ettei se voi vaikuttaa siihen (vedenlaatuun)" (mies, 41 vuotta).

"Tänne ei varmaan tule paljon noita maanviljelyn lannoitteita. En tiedä, tuleeko ollenkaan. Kai se on jotain tämmöstä luonnollista likaantumista. Mun on aika vaikea sanoa" (mies, 55 vuotta).

"Puunjalostus se kai etupäässä (happamoittaa vesistöjä). Kaikki yhteensä kai sitä aiheuttaa. Satoja ihmisiä käy uimassa, ja järvi on kesäaikana kovassa käytössä" (mies, 67 vuotta).

"No mä arvaisin, että sitä (järveä) käytetään liian paljon, ja se ei sitten jaksu puhdistaa itse itsensä" (nainen, 72 vuotta).

"Täällähän oli helvetinmoiset rikkipäästöt tossa 60-luvulla, vielä 70-luvulle saakka. Kyllä se suuri vaikuttaja oli" (mies, 50 vuotta).

"Ilmeisesti happamoituminen johtuu noista rikkipäästöistä ja tämmöisistä" (mies, 58 vuotta).

Happamoitumisen lisäksi hyvin konkreettiseksi uhkaksi Alisellejärvelle koettiin myös Nanso-yhtiöiden suunnitelmat ottaa lisää prosessivettä järvestä. Vedenotto on myös se asia, joka oli saanut monen järven aktiivikäyttäjän jopa todella toimimaan järven puolesta. Vedenottoa vastaan on ottanut kantaa muun muassa Rakennusliiton Nokian paikallisosasto. Hanke oli synnyttänyt myös lehtikirjoittelua. Nanson vedenoton pelättiin tuhoavan matalan Alisenjärven kuivattamalla kokonaan sen länsipään. Vedenpinnan laskettiin putoavan toista metriä, jos hanke toteutuisi. Järven käyttöä uhkaavat yhteisöjen majoilla myös maanomistajan eli metsähallituksen vuokrankorotushankkeet. Majojen vuokrat olisivat suunnitelmien mukaan moninkertaistumassa. Yhteisöissä pelättiin, että suhteellisen harvalukuinen ja ikääntyvä majojen käyttäjäkunta ei pystyisi selviämään kohonneista vuokrista. Korotusten seurauksena yhdistykset todennäköisesti joutuisivat luopumaan kesäviettopaikoistaan.



Aliseltajärveltä saadut tulokset tukevat niitä tuloksia, joita Keith Neuman (1986) esittää yhteenvedossaan USA:ssa ja Kanadassa vuosina 1979 - 1985 tehtyjen survey-tutkimusten tuloksista. Neumanin selvitys paljasti happamoitumisen olevan ihmisille varsin vaikeasti mielletävä ympäristöongelma. Vain kolmasosa pohjoisamerikkalaisista vastaajista osasi selittää, mitä happamoituminen edes suurinpiirtein tarkoittaa. Yleisö on happamoitumisen suhteen hyvin riippuvaista tiedotusvälineiden välittämästä asiaa koskevasta tiedosta. Happamoituminen joutuu kilpailemaan ihmisten huomiosta muiden tiedotusvälineiden esilläpitämien ympäristöongelmien kanssa - myrkylliset päästöt, saastunut juomavesi tms. - jotka lisäksi koskettavat ihmistä usein suuremmin kuin happamoitumisen vaikutukset. Happamoitumisen vaikutukset ovat ihmisen itsensä kannalta näkymättömät ja epäsuorat ja tapahtuvat hitaasti. Tämä heikentää ihmisten henkilökohtaista kiinnostusta ongelmaan. Toisaalta happamoitumisen vakavuutta vahvistavat sen saama julkinen huomio, ihmisen puutteellinen tietämys happamoitumisen seurauksista ja tästä aiheutuvat epävarmuus sekä ongelman maailmanlaajuinen luonne (Neuman 1986).

### 8.3.3 Suhtautuminen hoitokalkitukseen

Haastatellut kannattivat Alisenjärven kalkitusta yksimielisesti. Se nähdään ainoaksi keinoksi pelastaa järvi "kuolemalta". Monet tosin epäilevät kalkin vaikutuksen jäävän lyhytaikaiseksi. Myös koko Alisenjärven järviketjun kunnostustarpeeseen kiinnitetään huomiota. Harva vastaajista oli kuitenkaan pohtinut kalkitusta omakohtaisesti tai omaaloitteisesti. Asiasta on luettu lehdestä tai kuultu naapureilta. Aiheesta on keskusteltu myös yhteisöjen majoilla. Eräät haastatelluista katsovat, että kalkitus on syytä suorittaa, jos joku (viranomainen) on nähnyt kalkituksen tarpeelliseksi.

"Mä olen tekniikan ihminen ja mä luotan, että ne jotka tällaista tekee, on tutkimustulosten perusteella sitä tekemässä" (mies, 39 vuotta).

"Kyllä siinä mielessä (kalkitus) kannattaa, kun se on sentään niin keskeinen paikka" (nainen, 71 vuotta).

"Kyllä ilman muuta (kannatan kalkitusta). En oikein tiedä, mitä sille pitäisi tehdä. Mutta jos siitä jotain apua on" (mies, 55 vuotta).

"Kyllä mä sanoisin, että kun tommonen paikka on Nokialla, niin kyllä se kannattaa pitää kunnossa, ei siinä mitään. Jos tää kalkitus siihen sitten auttaa" (mies, 62 vuotta).

Vastaajat eivät siis kuitenkaan osanneet odottaa hoitokalkitukselta varsinaista tulosta järven kunnan paranemiseksi. Yleensä viitattiin hieman epämääräisesti järven tai kalaston pelastamiseen. Vastaajat siis mielsivät kalkituksen hoitokeinoksi happamoitumiseen, mutta eivät juurikaan osanneet sanoa, miten kalkki vedessä vaikuttaa.

Tuntuuko kalkitus tarpeelliselta?

"En osaa sanoa, kun ei ole mitään käsitystä siitä, miten se voisi vaikuttaa järven tilaan. Uskon sillai, että ne jotka sitä suunnittelee, on asiansa tutkinut ja tietää mitä tekee. En näe mitään haittaakaan" (mies, 41 vuotta).

Kalkituksen kustannuksiin vain harva haastatelluista olisi valmis osallistumaan itse. Työ nähdään selkeästi yhteiskunnalle tai kaupungille kuuluvaksi. Kaupungin muutaman kymmenen tuhannen markan panosta pidetään niin mitättömänä, että kustannuksille saadaan katetta esimerkiksi parantuneiden virkistyskäyttömahdollisuuksien kautta. Kalkituksen kustannuksiin osallistumisen sijaan jotkut vastaajista ilmoittivat voivansa harkita erilaista työapua, mikäli sitä tarvittaisiin. Aktiivisimmat järven puolesta kantaa ottaneet kokivat, että paikallisilla asukkailla ei juuri ollut sananvaltaa kalkitushanketta suunniteltaessa. Syrjäytymisen tunne ei koskenut vain kalkitushanketta, vaan ylipäänsä järven eri käyttömuotoja, varsinkin suunniteltua vedenottoa.

Vaikka kalkitusta kannatettiin yleisesti, monet olisivat toivoneet asiasta huomattavasti enemmän tietoa. Järven kuntoon liittyy tosin muitakin tiedotusongelmia. Monet viittasivat yhä Tsernobylin ydinvoimalaonnettomuuden vaikutuksista tiedottamiseen. Alisenjärven huomautettiin olleen keskellä pahinta laskeuma-aluetta Suomessa. Järveltä oli mitattu pitoisuuksia, mutta mittauksen tulokset eivät olleet käyttäjien ja kalastajien tiedossa. Heitä oli rauhoiteltu tiedolla, jonka mukaan kalaa sai syödä ainakin kerran viikossa. Käyttäjät olisivat kaivanneet selvästi yksityiskohtaisempaa tietoa ydinvoimalaonnettomuudesta. Nyt koettiin, että tietoa oli pimitetty ja pitoisuuksia vähätelty.

#### **8.3.4 Kenelle ympäristönsuojelu kuuluu - vastuunkannon vaikeus**

Koska happamoitumisen syy-seuraus -ketju on monelle epäselvä, jää myös vastuukysymys Alisenjärven happamoitumisen kohdalla avoimeksi. Ihmiset eivät tiedä, ketä happamoitumisesta pitäisi syyttää. Jos kritiikki kohdistuu teollisuuteen, pidetään happamoitumisen syynä mieluummin teollisuutta yleensä tai ihmisen toiminnan luonnetta kuin tiettyä yksilöityä ja nimettyä tehdaslaitosta. Nokian paperitehtaan mainitsee järven mahdollisena pilaajana muutama haastatelluista.

Useat haastateltavat korostavat "aiheuttaja maksaa" -periaatetta - vaikka sen noudattaminen nimenomaan happamoitumisen korjaamisessa on lähes mahdotonta. Järven pilaaja pitäisi voida vastaajien mielestä laittaa teoistaan vastuuseen. Monet korostavat, että sama vastuuperiaate toimii myös ihmisten henkilökohtaisessa elämässä. Siksi sitä voidaan soveltaa myös ympäristön pilaantumiseen. Toisaalta yhtälö saastuttamisen lopettaminen - mahdollinen työpaikkojen menetys on vaikea ratkaista.

"Ne jotka saastuttaa, on myös vastuussa. Tietenkin se on koko yhteiskunta siten vastuussa, sillä kyllähän työpaikatkin tärkeitä on" (mies, 58 vuotta).

Järven pilaantuminen aiheuttaa vastaajissa harmia ja kiukkua, jopa vihaa. Monen mielestä ympäristön myrkyttyminen on moraalisesti väärin ja lyhytnäköistä. He ovat huolissaan paitsi yhdestä järvestä, myös koko luonnon tuhoutumisesta. Näkemys heijastelee moralistista suhtautumista ympäristönsuojelun tarpeisiin. Tämän ajatussuunnan mukaan ympäris-

töä ei myöskään tulisi kohdella pelkkänä rahassa mitattavana hyödykkeenä (Meidinger 1986).

"Kyllä se (järven pilaantuminen) huolestuttaa ja vihastuttaa. Se järvi on keidas, sen pitäisi pysyä puhtaana" (mies, 40 vuotta).

"Se (järven pilaantuminen) herättää aikamoisen ärtymyksen. Mua ärsyttää yleensäkin se, että ollaan välinpitämättömiä. On sitten kyse luonnosta tai mistä hyvänsä. Jokaisen pitäis tajuta se, että jos me tapetaan tosta järvet ja puut ympäriltä, niin aika kolkkoa siitä tulee" (mies, 39 vuotta).

Alisenjärven käyttäjät tiedostavat yleisesti myös oman vastuunsa puhtaan elinympäristön säilymisestä. Ikäluokkien välillä ei tässä suhteessa juuri ole eroja. Järven kuntoon vaikuttavina keinoina ihmiset mainitsevat roskaamisen välttämisen, auton- ja mattojen pesukiellot ja sauna- ja peseytymisvesien järveen pääsyn estämisen. Ympäristöasenteet ovat valtaosin hyvin myönteisiä tai neutraaleja. Lisäksi järven aktiivikäyttäjien keskuudessa toimii hyvin ns. keskinäinen kontrolli. Järven pilaantumiseen johtavaan toimintaan puututaan naapurin toimesta heti.

"Se (järvi) herättää kyllä keskustelua. Jos jotain epämääräistä näkyy jossain päin, niin kyllä siitä jo äkkiä ruvetaan sanomaan" (nainen, 71 vuotta).

Radikaalia luonnonsuojelutoimintaa vierastetaan selvästi:

"Kyllä tollasia Kessin valtauksia, en mä niitä ymmärrä. Tämä radikaali ei me mun jake-luun, mua ei saisi millään lähteen sellaseen mukaan" (mies, 41 vuotta).

Vastauksissa korostuu kuitenkin tietty realismi suhteessa omiin vaikutusmahdollisuuksiin ympäristöä koskevassa päätöksenteossa. Todelliset päätökset nähdään yleisesti tehtävän muualla kuin siellä, missä vaikutukset (so. happamoituminen) tuntuvat. Valtiolla ja yrityksillä koetaan olevan ympäristöasioissa paljon enemmän vaikutusvaltaa kuin yksityisellä kansalaisella.

"Mulla on sellainen tunne, että jos mä valitsen muovipussin tai paperipussin, niin sillä on todella pieni merkitys. Kyllä sen pitäisi lähteä sieltä päästä, jotka pakkaa tuotteita, niin vaikutus olisi vähän isompi" (nainen, 38 vuotta).

"Jokainen voi tehdä omasta puolestaan (suojella ympäristöä). Suojellaan nyt joka paikkaa sillai kun mekin tehdään, että siellä ei pestä pyykkiä eikä muuta, ei viskata mitään järveen. Ja kun jokainen omalta osaltaan tämän tekisi, niin kyllä kaikki pysyy kunnossa" (nainen, 68 vuotta).

"Aika vähän on yksityisellä ihmisellä vaikutusvaltaa ympäristönsuojelua koskeviin päätöksiin. ...Jotain voi tehdä. Ehkä ei niin yksityinen ihminen, mutta yhdistyksen puolesta me ollaan kyllä sitä ajateltu ja pistetty hanttiin vedenotossa. Mutta aika vähän se on. Kun ne jotain päättää, niin se tehdään" (mies, 55 vuotta).

Ympäristön tuhoutumisen ja vastuun välinen suhde on koko ympäristöproblematiikan kipeimpiä kysymyksiä. Beck (1990) viittaa tässä yhteydessä termiin "organisoitu vastuuvapaus". Ympäristöuhkat ovat hänen mukaansa jo niin monitahoisia, että lait ja säädökset eivät auta meitä suojautumaan myrkyttämistä vastaan. Yksilökohtainen rikosoikeus ei toimi silloin, kun koko kollektiivin olemassaolo vaarantuu. "Syyt" ovat muuttuneet merkityksettömiksi, eikä edes niiden jäljittäminen auta. Ympäristöuhkat ovat maailmanlaajuisia ja sidoksissa tuotantotapaan ja yhteiskunnan rakenteeseen. Luonnon pilaantumisesta ei lopulta ole vastuussa kukaan. Syyllisten osoittaminen on mahdotonta, aiheuttamisperiaate ei toimi, ja korvausten odottaminen jää turhaksi (Beck 1990).

Milbrathin (1989) mielestä juuri yhteiskunnan tieteelliset, tekniset, taloudelliset ja hallintoelivät voi(sivat) toimia tehokkaimmin ympäristön puolesta, koska niillä on valta ja vastuu yhteiskunnan kokonaisehityksen suunnasta. Ympäristöasioissa päätöksentekovalan ja mahdollisuuksien ei siis voida olettaa olevan sama kaikilla yhteiskunnan tasoilla. Näin ei myöskään käytännössä ole. Alisellajärvellä haastatellut tunnistivat tämän seikan selvästi.

Ihmisten kokemus omien vaikutusmahdollisuuksien rajallisuudesta on hyvin yleistä. Asia tulee selvästi esiin esimerkiksi Ruotsalan (1992) tutkimuksessa Oulujoen vesistön rakentamisen ja säännöstelyn sosiokulttuurisista vaikutuksista. Päätökset Pohjan Sellun tai Oulujärven ylittävän sillan rakentamisesta nähtiin yleisesti tehdyn "pienessä piirissä". Monen vastaajan usko demokraattiseen päätöksentekoon oli horjunut.

## 8.4 Johtopäätökset

Alisenjärven merkitys virkistysalueena oli huomattava kaikille haastatelluille. Alisellajärvellä käy ilmi, kuinka erilaisia merkityksiä järveen/lähiympäristöön voi liittyä. Vanhemmalle ikäluokalle järvi on läheinen ja rakas, "meidän järvi", "helmi". Siihen on kasvettu kiinni vuosikymmenten aikana. Myös nuoret tuntevat tarvetta järven luonnontilaisuuden säilyttämiseen, ennen kaikkea sen virkistyskäyttöarvon säilymisen kannalta. Nuorempien suhde järveen on selvästi välineellisempi. Näkemys heijastelee tyypillisesti antroposentrasta maailmankuvaa, jossa luonnonarvojen merkitystä tulkitaan nimenomaan ihmisen itsensä lähtökohdista määriteltynä. Alisenjärven ei toivota pilaantuvan, mutta jos niin kävisi, voisivat etenkin nuoret ja perheet etsiä vastaavaa virkistysaluetta myös muualta Nokialta, jopa kauempaa.

Aliseenjärveen sekä sen rannoilla oleviin majoihin liittyy myös käyttäjille tärkeä sosiaalinen ulottuvuus. Vastaajat viittaavat muun muassa ystävien tapaamiseen majalla, yhteisiin saunailtoihin ja juhliin sekä talkoisiin. Perheille järvi muodostaa luonnolliset kehykset ulkoiluun ja virkistykseen. Järven puolesta kannettua huolta ei siis voi tulkita yksin huolestumiseksi sen biologisesta kunnosta, vaan myös peloksi sosiaalisen kanssakäymisen estymisestä, mikäli muutokset järvessä estäisivät sen käyttöä.

Lähes kaikki haastatellut olivat tehneet havaintoja järven tilassa tapahtuvista muutoksista, joskaan kaikki havainnot eivät ole yhdistettävissä happamoitumiseen. Vastaajien käsityk-

set happamoitumisen varsinaisista syistä ovat varsin epäselvät. Happamoitumisesta syytetään esimerkiksi järven lisääntyntä käyttöä ja metsälannoituksia. Vain osa vastaajista osaa nimetä syylliseksi rikki- ja typpipäästöjen aiheuttaman happaman laskeuman. Tulokset vahvistavat aiempia valtakunnallisesta kyselytutkimuksesta (Lappalainen ym. 1994) saatuja tuloksia, joiden mukaan happamoituminen on tavalliselle ihmiselle ja vapaa-ajan kalastajalle vaikeasti hahmotettava ja havaittava ongelma. Valtakunnallisessa tutkimuksessa osa vapaa-ajan kalastajista piti happamoitumista syynä havaitsemiinsa muutoksiin myös sellaisissa vesistöissä, jotka muiden vesistöä koskevien tietojen perusteella eivät ole happamoitumassa.

Haastatellut kannattivat järven kalkitusta yksimielisesti, vaikka vastaajille oli epäselvää, miten kalkitus vaikuttaa järveen tai sen virkistyskäyttöön. Järven puolesta ollaan valmiit muuttamaan ja säätelemään omaa käyttäytymistä. Samaa edellytetään myös muilta so. järven pilaajilta. Tieto järven pilaantumisesta aiheuttaa vastaajissa myös tunnereaktioita. He tiedostavat yleisesti oman vastuunsa puhtaan luonnon säilymisestä, mutta kokevat samalla omat vaikutusmahdollisuutensa olemattomiksi.

Alinenjärvi tuntuu olevan haastatelluille esimerkki siitä, mitä koko luonnonympäristössä on tapahtumassa. Täten pieni metsäjärvi toimii myös tiedostamisprosessin osana. Järven eliöstön kannalta happamoituminen on kiistatta merkittävä muutos. Mutta onko Alisenjärven käyttäjien kannalta vaikein pulma nimenomaan happamoituminen, vai paljon käsinkosketaltavammaksi mahdollisesti muuttuva Nanso-yhtiön lisävedenotto tai yhteisöjen lomamajojen käytön kenties katkaiseva metsähallituksen vuokrankorotus?

## 9 ALISENJÄRVEN VALUMA-ALUEKALKITUSPROJEKTI

**Tapani Sallantaus ja Heikki Kaipainen**

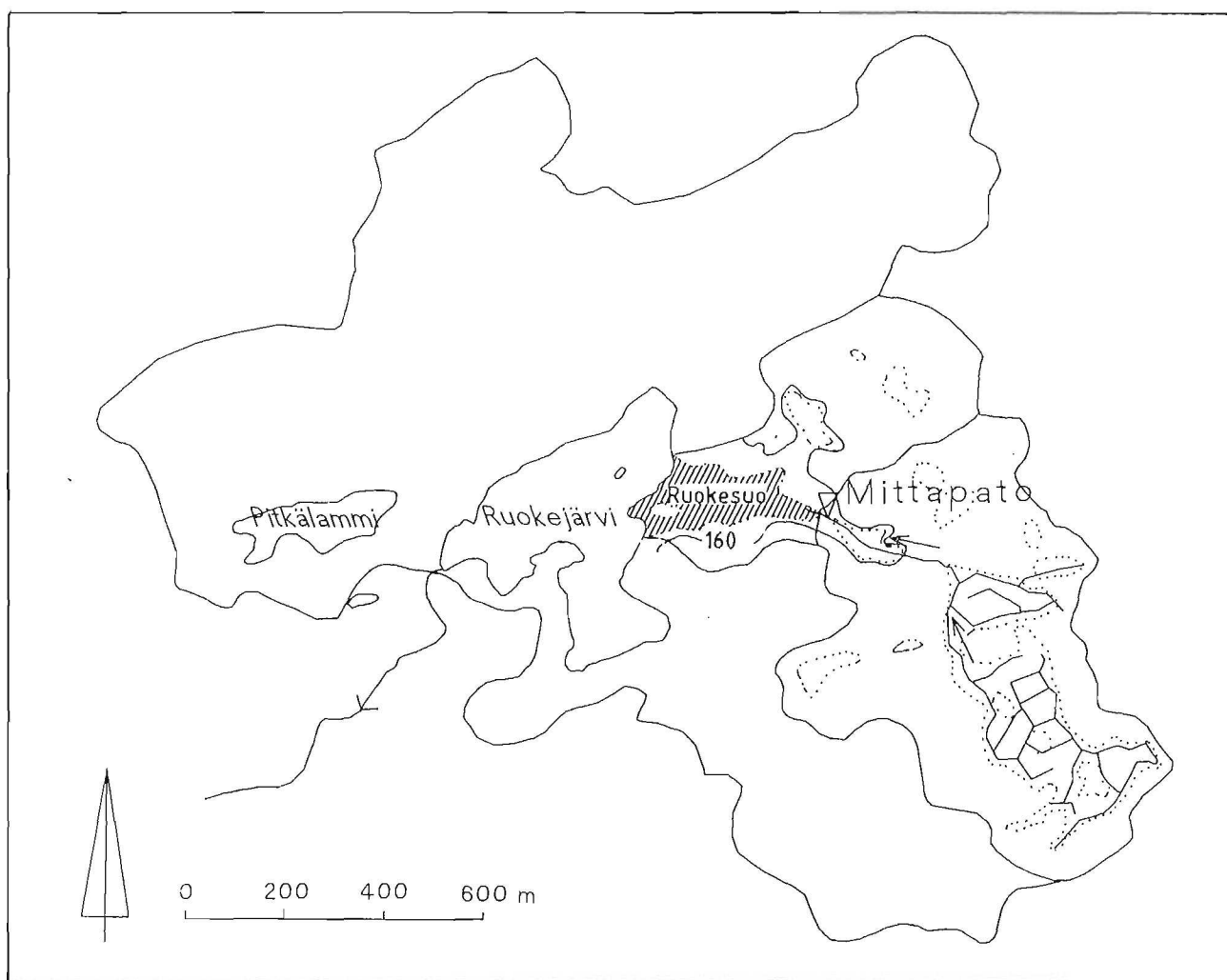
Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri

Valuma-aluekalkitus on suoria vesistökalkituksia täydentävä vesistöjen happamuuden torjuntamenetelmä. Se tulee kysymykseen ennenkaikkea virtaavien vesien sekä lyhytviipymäisten järvien neutraloinnissa. Valuma-aluekalkituksen etuna on kalkin tasainen annostus valunnan vaihteluiden mukaisesti, joten se tasoittaa useiksi vuosiksi myös ylivirtaamien aikaisia happamuuden maksimiarvoja. Lisäksi sillä katsotaan olevan haitallisten metallien huuhtoutumista vähentäviä vaikutuksia. Märät luonnontilaiset suot ovat pääasiallisia valuma-aluekalkituskohteita. Ruotsissa vuosittain vesistöjen happamoitumisen torjuntaan käytettävästä kalkista noin 30 % levitetään soille (Naturvårdsverket 1994). Erillisiä suokalkituskohteita on kaikkiaan noin 1400 kpl, käsittäen 0,3 % Ruotsin koko suoalasta.

Suomessa ei ole kokemuksia suokalkitusten mahdollisuuksista vesistöjen neutralointimenetelmänä. Alisenjärven tutkimuksiin liittyen on koottu aihepiiriin tutkimustietoa Ruotsista. Soveliaimpia kalkituskohteita ovat sellaiset luonnontilaiset suot, joiden kautta virtaa vesiä itse kalkittavaa suoaluetta huomattavasti suuremmalta valuma-alueelta. Merkittävään kalkitustulokseen pääsemiseksi kalkittavaa aluetta tulee olla 1 - 2 prosenttia

vesistön valuma-alueesta. Ensikalkituksessa kalkkiannos valuma-aluehehtaaria kohden on yleensä n. 300 kg, uusintakalkituksissa 50 - 100 kg (Naturvårdsverket 1994). Ensikalkituksessa itse suoalueelle levitettävä kalkkimäärä on yleensä luokkaa 5 - 30 t/ha. Suokalkituksen haittana on alkuperäisen suokasvillisuuden, ennenkaikkea rahkasammalten, voimakas taantuminen ja vähittäinen korvautuminen kalkkia kestäväällä lajistolla (eräät lehtisammaleet, ruohokasvillisuus).

Alisenjärven valuma-alueelta on valittu ruotsalaisten kokemusten perusteella sovelias suokalkituskohde käytännön koetoimintaan. Järviketjun latvoilla sijaitsevan Ruokejärven kupeella on 3 ha suoalue varsinaista sararämettä (kuva 42). Suon valuma-alue on 59 ha, joten 260 mm vuosivaluntana suon kautta purkautuu vuosittain yli 5 000 mm vettä. Ruokejärven valuma-alueen koko luusuassa on 190 ha, järven pinta-ala 12 ha ja kokonais-tilavuus 783 000 m<sup>3</sup>. Ruokesuon sekä Ruokejärven vedenlaatutietoja esitetään taulukoissa 16 ja 17.



Kuva 42. Ruokejärven ja Ruokesuon valuma-alueet.

Taulukko 16. Ruokesuon vedenlaatutietoja syksyiltä 1993 ja keväältä 1994.

		n	minimi	maksimi	keskiarvo
Alk.	$\mu\text{mol l}^{-1}$	5	-70	-38	-48
TOC	$\text{mg l}^{-1}$	4	11	26	18
pH		5	4,22	4,48	4,38
Ca	$\text{mg l}^{-1}$	4	0,94	1,73	1,34
SO <sub>4</sub>	$\text{mg l}^{-1}$	5	3,0	4,9	3,9
CO <sub>2</sub>	$\text{atm} * 0,01$	4	0,28	2,52	1,05

Taulukko 17. Ruokejärven vedenlaatutietoja vuosilta 1991 - 1994.

		n	minimi	maksimi	keskiarvo
Alk.	$\mu\text{mol l}^{-1}$	15	-14	6	-5
TOC	$\text{mg l}^{-1}$	15	7,1	12,1	10,1
pH		15	4,80	5,40	5,00
Ca	$\text{mg l}^{-1}$	15	1,30	2,00	1,66
SO <sub>4</sub>	$\text{mg l}^{-1}$	14	4,7	7,6	6,0
CO <sub>2</sub>	$\text{atm} * 0,01$	8	0,26	1,10	0,61

Kalkin huuhtoutumisen ja vaikutusten ennustamiseksi kohteeseen on sovellettu ruotsalais-ta kalkin huuhtoutumismallia (Abrahamsson 1993b). Malli on luonteeltaan semifysikaalinen; se perustuu kuuden valuma-alueen aineistoon Etelä-Ruotsista. Malli on kaksiosainen. Ensimmäiseksi lasketaan liukenevan kalsiumin määrä ( $m_d$ ). Laskentakaava on muotoa

$$\frac{m_d}{m_p} = A - \frac{B}{t} \quad (1)$$

missä

$m_d$  = liuenneen kalsiumin määrä ( $\text{M L}^{-2}$ )

$m_p$  = levitetty kalsium ( $\text{M L}^{-2}$ )

$t$  = aika (T)

$A$  = kerroin (-)

$B$  = kerroin (T)



Liennut kalsium sitoutuu välittömästi vaihtuvaksi kalsiumiksi pintaturpeeseen, jossa se on alttiina huuhtoutumiselle. Huuhtoutumisen oletetaan noudattavan ensimmäisen kertaluvun kinetiikkaa ja malli on muotoa

$$\frac{dR\text{Ca}_t}{dt} = \frac{-k_u Q_a}{z} (R\text{Ca}_t - R\text{Ca}_b) \quad (2)$$

missä

$R\text{Ca}_t$  = vaihtuvan kalsiumin määrä suon pintakerroksessa ajanhetkellä  $t$  ( $\text{M L}^{-2}$ )

$R\text{Ca}_b$  = pintaturpeen kalsiummäärä ennen kalkitusta ( $\text{M L}^{-2}$ )

$Q_a$  = suon kautta purkautuva vesimäärä ( $\text{L}^3 \text{L}^{-2} \text{T}^{-1}$ )

$t$  = aika (T)

$z$  = kalkituksella vaikutettavan turvekerroksen paksuus (L)

$k_u$  = huuhtoutumiskerroin (-)

Kertoimien A ja B keskimääräisiksi arvoiksi on saatu 0,55 ja 0,004 a, vastaavasti; kerroin A ilmaisee sen, kuinka paljon kalkista loppujen lopuksi liukenee. Kertoimen arvo 0,55 merkitsee siis sitä, että 45 % kalkista ei tulisi lainkaan huuhtoutumiselle alttiiksi. Selityksenä tälle suhteellisen alhaiselle hyötysuhteelle on se, että tutkimuskohteilla käytetyssä helikopterilevityksessä huomattavia määriä kalkkia kulkeutuu kalkitusvaikutuksen kannalta epäedullisille paikoille, esim. suota ympäröiville kankaille tai sellaisille suon osille, joiden kautta ei virtaa kalkin huuhtoutumisen kannalta riittäviä vesimääriä. Huuhtoutumisen kannalta edullisille paikoille päätnyt kalkki liukenee mallin perusteella hyvin nopeasti (kuva 43).

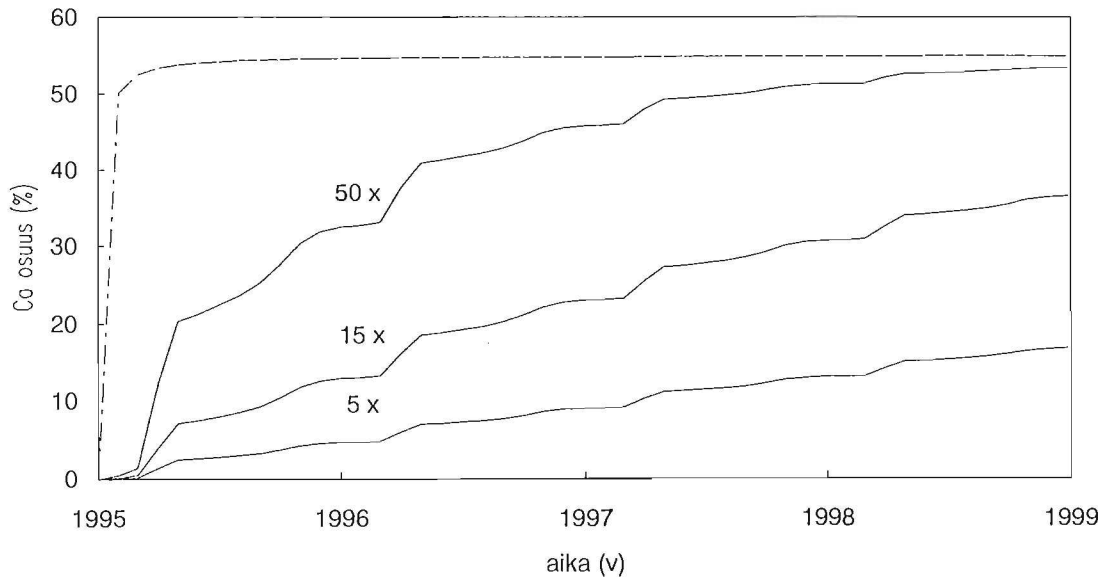
Huuhtoutumisnopeus riippuu suoraan suon kautta purkautuvasta vesimäärästä sekä vaihtuvasta ylimääräkalkista suon pintakerroksessa (paksuudeksi oletettu 0,1 m). Huuhtoutumiskertoimen  $k_u$  keskimääräiseksi arvoksi on saatu 0,007, jolla arvolla pintaturpeen vaihtuva ylimääräkalsium puolittuu, kun suon kautta on virrannut  $10 \text{ m}^3/\text{m}^2$  vettä (kuva 44).

Mallilla on laskettu Ruokesuolta lähtevän veden sekä Ruokejärvestä lähtevän veden ylimääräkalsiumin pitoisuuskehitys eräillä kalkkiannoksilla, käyttäen Orivedellä sijaitsevan mittapatoalueen pitkäaikaikuukausikeskiarvoja valumatietoina.

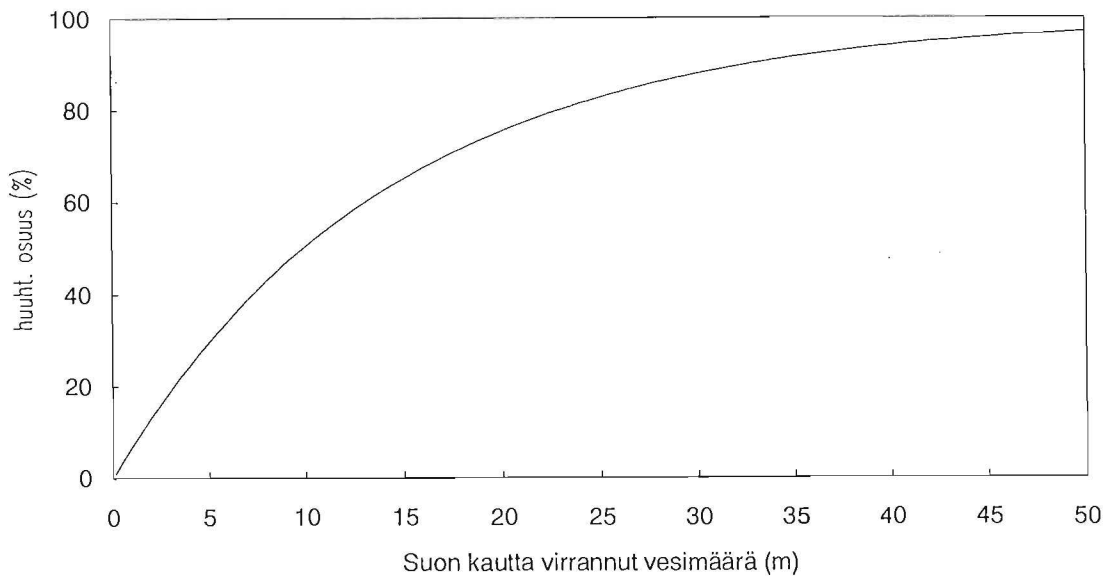
Suolle on päädytty levittämään 25,2 t hienojakoista kalkkikivijauhetta (90 % alle 0,025 mm). Lasketut pitoisuuskehitykset ilmenevät kuvasta 45.

Mikäli oletetaan, että kaikki ylimääräkalsium lisää vastaavasti alkaliniteettia, Ruokesuolta lähtevän veden pH nousee enimmillään noin 7:ään ; vastaavasti Ruokejärven pH nousee enimmillään noin 2 vuotta kalkituksesta yhdellä pH-yksiköllä ja minimi-pH vielä 5 vuotta kalkituksesta noin 0,5 pH-yksiköllä.





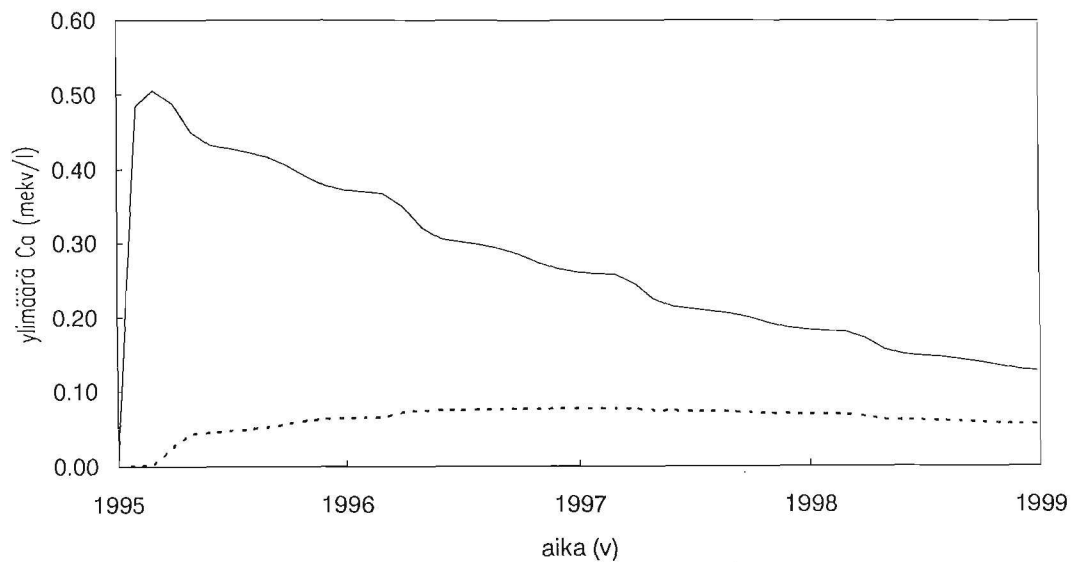
Kuva 43. Mallilla laskettu kalkin suhteellinen liukeneminen (katkoviiva), sekä kumuloituva suhteellinen huuhtoutumiskehitys, kun suon valuma-alue on 5-, 15- ja 50-kertainen suon pinta-alaan verrattuna (vuosivalunta 260 mm, kalkitus vuoden alussa).



Kuva 44. Suon vaihtuvan ylimääräkalsiumin kumuloituvan huuhtoutumisosuuden riippuvuus suon kautta virranneesta vesimäärästä. Liukeneminen on oletettu välittömäksi.

Mallin perusteella edullisimpia kalkituskohteita ovat suot, joiden valuma-alue on noin 10 - 20 -kertainen suon pinta-alaan verrattuna. Käyttäen em. keskimääräisiä kertoimia ja olettaen, että kalkittava alue käsittää 2 % koko vesistön valuma-alueesta, valumaveden keskimääräinen ylimääräkalsiumpitoisuus alittaa näissä tapauksissa järvettömällä valuma-alueella 50  $\mu\text{ekv l}^{-1}$  vasta viidentenä vuonna kalkituksesta (kalkkiannos 10 t/suohehtaari). Hyvin suurilla vedenvaihtuvuuksilla (suon valuma-alue 50-kertainen suon pinta-alaan nähden) kalkin huuhtoutuminen on hyvin nopeaa; kalkittavaa aluetta tarvitaan vain prosentin verran koko tarkasteltavasta valuma-alueesta, mutta kalkitus joudutaan

uusimaan joka toinen vuosi. Vähäisillä vedenvaihtuvuuksilla vaikutusajat kasvavat, mutta kalkittavaa aluetta tarvitaan vastaavasti enemmän (kuva 43).



Kuva 45. Ruokesuolta ja Ruokejärvestä lähtevän veden ylimääräkalsiumin pitoisuuskehitys ajan suhteen. --- = Ruokejärvi, — = Ruokesuo.

Suomalaiseen suotyyppijärjestelmään (ks. esim. Laine ja Vasander 1990) sovellettuna parhaat kalkituskohteet ovat lähinnä saraisia suotyypppejä: esim. varsinainen saraneva (VSN), varsinainen sararäme (VSR), varsinainen sarakorpi (VSK), varsinainen rimpineva (VRiN). Lyhytkortisten suotyyppien (LkR, LkKaN) kautta purkautuva vesimäärä saattaa olla liian pieni riittävään huuhtoutumistulokseen pääsemiseksi. Rahkasuot (esim RaN, RaR) saavat vetensä vain sateesta, eivätkä tule kysymykseen kalkituskohteina. Ruohoiset suotyyppit (RhSN, RhSR, RhSK) eivät taas ole tyypillisiä happamoitumisherkille, karuille alueille.

Metsäojitus on Etelä-Suomessa vähentänyt voimakkaasti kalkitukseen soveliaita kohteita. Jäljellä olevilla luonnontilaisilla soilla luonnonsuojelulliset arvot saattavat estää suon kalkituskäytön. Ruokesuolla tutkitaan myös kalkituksen aiheuttamia kasvillisuusmuutoksia. Lisäksi levitystekniset ongelmat saattavat rajoittaa suokalkituksen käyttökelpoisuutta. Hankkeen tavoitteena on saada tietoa valuma-aluekalkituksen eduista, haitoista, kustannuksista sekä yleensä käytännön ongelmista ympäristön kannalta hyväksyttävän kalkituskäytännön kehittämiseksi.

## 10 YHTEENVETO JOHTOPÄÄTÖKSISTÄ

**Tom Frisk**

Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri

Alinenjärvi on happamoitunut viime vuosikymmeninä ilmaperäisen laskeuman takia. Happamoituminen on edennyt niin pitkälle, että herkkimmät eliöt ovat kärsineet. Ilmape-

räinen kuormitus on paikallisten kuormitusvähennysten ansiosta pienentynyt. Näköpiirissä olevat rikkipäästöjen rajoitussuunnitelmat näyttäisivät turvaavan ahvenen elinolot, mutta rapukanta ei luultavasti olisi selviytynyt ilman kalkitusta.

Aliseenjärveen toukokuussa 1992 levitetystä kalkista liukeni nopeasti 28% ja vuoden 1993 mennessä vajaa puolet. Kalkitus nosti odotetusti pH- ja alkaliniteettiä sekä kalsiumpitoisuutta. Suora järvikalkitus ei kuitenkaan lyhytviipymäisessä Alisessäjärvessä riittänyt suojaamaan ylintä vesikerrosta ja pienten purojen laskupaikkoja sulamisvesien aiheuttamien happamoitumisepidemioiden haitoilta.

Ravinnepitoisuudet olivat järvessä vuosina 1992 ja 1993 hieman korkeammat kuin edellisenä vuonna, osittain ehkä kalkituksen takia. Kalkitus vaikutti kokonaisalumiinin ja mangaanin päällysveden pitoisuuksia alentavasti. Ravinnepitoisuuksien lievistä kohoamisesta huolimatta kalkitus ei aiheuttanut haitallista rehevöitymistä, joskin veden ja päällysväestön klorofyllipitoisuus kasvoi hieman. Kasviplanktonissa havaittiin lajimäärän kasvua.

Kalkituksen kala- ja rapukantoihin aiheuttamien vaikutusten tutkiminen edellyttää pitkäaikaista seurantaa. Kalkituksen jälkeen havaittiin äyriäisplanktonin ja pohjaeläimistön runsastumista, mikä omalta osaltaan luo edellytyksiä kalatuotannon paranemiselle. Kalkitus parantaa erityisesti särjen lisääntymismahdollisuuksia, mikä saattaa parantaa järven haukikantaa.

Sumputuskokeiden tulokset viittaavat siihen, että rapujen lisääntymismahdollisuudet voidaan palauttaa kalkituksella. Rapukannan elpymisen välttämätön, mutta ei riittävä, edellytys on se, että järveä hoidetaan säännöllisesti neutraloimalla tarpeen mukaan.

Aliselläjärvellä on sijaintinsa ansiosta huomattava virkistyskäyttöarvo. Happamoitumisella ei ole konkreettisia kielteisiä vaikutuksia ulkoilu- eikä uintimahdollisuuksiin, eikä kalkituksista ole odotettavissa hyötyjä näiden virkistyskäyttömuotojen kannalta. Kalkituksen konkreettiset vaikutukset myös vapaa-ajankalastukselle jäänevät vähäisiksi. Edellä mainitusta huolimatta kalkitusten jatkaminen saa varsin huomattavaa kannatusta lähialueen asukkailta. Useimmat alueen asukkaat ovat selvästi huolissaan järvestä ja yleisemmin luonnon säilymisestä ja toivovat, että kalkitusten avulla järvi voitaisiin pitää mahdollisimman luonnontilaisena. Asukkaiden käsitykset kalkituksen vaikutuksista ovat kuitenkin toisinaan epäselvät.

Alisenjärven suoran kalkituksen lisäksi alueella on tarkoitus kokeilla valuma-aluekalkitusta, jossa Alisenjärven yläpuolisen Ruokejärven valuma-alueelle levitetään kalkkia happamien valumavesien neutraloimiseksi. Valuma-aluekalkituksista ei Suomessa ole juurikaan kokemuksia, ja hankkeella on suurta tutkimuksellista mielenkiintoa.

## KIRJALLISUUS

- Abrahamsson, I. 1993a. Impact of overflows on acid-base chemistry in limed lakes. *Vatten*, vol. 49, p. 24-33.
- Abrahamsson, I. 1993b. En modell för kalkupplösning och uttransport av kalcium från kalkade våtmarker. Mölnlycke, Terra-Limno Gruppen AB. 15 s. Projektrapport.
- Appelberg, M. & Odelström, T. 1990. Kräfter i sura och kalkade vatten. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm no.4, s. 1-25.
- Beck, U. 1990. Riskiyhteiskunnan vastamyryt. Organisoitu vastuuttomuus. Tampere, Vastapaino.
- Bingman, I. 1988. Kalkning av sjöar och vattendrag. Solna, Naturvårdsverket Allmänna Råd, no. 3, 74 s.
- Broberg, O. 1988. Delayed nutrient responses to the liming of Lake Gårdsjön, Sweden. *Ambio*, vol.17, p. 22-27.
- DeVries, W., Posch, M. & Kämäri, J. 1989. Simulation of the long-term soil response to acid deposition in various buffer ranges. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 48, p. 349-390.
- Dillon, P., Yan, N., Scheider, W. & Conroy, N. 1979. Acidic lakes in Ontario, Canada: Characterization, extent and responses to base and nutrient additions. *Archiv für Hydrobiologie Beihefte*, vol.13, p. 317-336.
- Dolsen, D. E. & Machlis, G. E. 1991. Response rates and mail recreation survey results: How much is enough? *Journal of Leisure Research*, vol. 23, p. 272-277.
- Eriksson, F., Hörnström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. *Hydrobiologia*, vol.101, p.145-164.
- Eriksson, M.O.G. & Tengelin, B. 1987. Short-term effects of liming on perch *Perca fluviatilis* populations in acidified lakes in South-West Sweden. *Hydrobiologia*, vol. 146, p. 187-191.
- Eriksson, M.O.G., Henriksson, L., Nilsson, B.-I., Nyman, G., Oscarson, H.G., Stenson, A.E. & Larsson, K. 1980. Predatory-prey relations important for the biotic changes in acidified lakes. *Ambio*, vol. 9, p. 248-249.
- Fordham, G.F. & Driscoll, C.T. 1989. Short-term changes in acid/base chemistry of two acidic lakes following calcium carbonate treatment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol. 46, p. 306-314.
- Forsberg, C., Ryding, S.-O., Claesson, A. & Forsberg, A. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? - Sewage effluent and polluted lake water studies. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, vol. 21, p. 352-363.

- Forsius, M., Kämäri, J., Kortelainen, P., Mannio, J., Verta, M. ja Kinnunen, K. 1990. Statistical lake survey in Finland: Regional estimates of lake acidification. In: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (eds.): Acidification in Finland. Berlin, Springer-Verlag. P. 759-780.
- Frisk, T. (toim.) 1993. Nokian Alisenjärven neutralointiselvitys. Väliraportti vuosina 1991 ja 1992 tehdyistä tutkimuksista. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. S. 53-80. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 458.
- Gahnström, G. 1988. The effects of liming on sediment oxygen uptake in Lake Gårdsjön, Sweden. In: Dickson, W. (ed.): Liming of Lake Gårdsjön: An acidified lake in SW Sweden. Solna, National Swedish Environmental Protection Board. P. 207-244. Report 3426.
- Gillwald, K. 1986. Discussion: Environmental elasticity - Sosial and psychological effects of environmental deterioration. In: Schnaiberg, A., Watts, M. & Zimmermann, K. (eds.): Distributional conflicts in environmental-resource policy. New York, St.Martin's Press. P. 49-58.
- Gloss, S.P., Schofield, C.L. & Marcus, M.D. 1989. Liming and fisheries guidelines for acidified lakes in the Adirondack region. Washington, D.C., U.S. Fish and Wildlife Service. 59 p. Biological Report 80 (40.27). Air Pollution and Acid Rain Report No. 27.
- Grönfors, M. 1982. Kvalitatiiviset kenttätömenetelmät. Helsinki, WSOY. 233 s.
- Hasselrot, B., Andersson, I.B., Alenäs, I. & Hultberg, H. 1987. Response of limed lakes to episodic acid events in southwestern Sweden. Water, Air, and, Soil Pollution, vol. 32, p. 342-362.
- Heikkinen, K. 1987. Veden humuspitoisuuden merkitys neutraloinnissa. HAPRO:n osatutkimus. Loppuraportti. 35 s. Käsikirjoitus.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Helsinki, National Board of Waters. 91 p. Publications of the Water Research Institute 37.
- Helenius, R. 1990. Hermeneuttinen tieto positivistista tietoa älykkäämpänä tietona. Tiedepolitiikka, vol. 15.
- Hongve, D. 1984. Kalkningsprosjektet. Trondheim, Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk. Report 7:84. English summary.
- Hultberg, H. & Andersson, I.B. 1982. Liming of acidified lakes induced long-term changes. Water, Air, and Soil Pollution, vol 18, p. 311-331.
- Håkansson, L., Andersson, P., Andersson, T., Bengtsson, Å., Grahn, P., Johansson, J-Å., Jönsson, C-P., Kvarnäs, H., Lindgren, G. & Nilsson, Å. 1990. Åtgärder mot höga kvicksilverhalter i insjöfisk. Solna, Naturvårdsverket. 189 s. Rapport 3818.
- Hörnström, E. & Ekström, C. 1986. Acidification and liming effects on phyto- and zooplankton in some Swedish west coast lakes. Solna, Swedish Environmental Protection Board. 108 p. Report 1864.

Hörnström, E., Ekström, C., Fröberg, E. & Ek, J. 1993. Plankton and chemical-physical development in six Swedish west coast lakes under acidic and limed conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol 50, p. 688-702.

Iivonen, P. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Happamoituneiden vesistöjen kalkitus Suomessa. Neutra-lointiseurantaryhmän loppuraportti. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. 73 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisusarja A 204, (painossa).

Iivonen, P., Kämäri, J. & Posch, M. 1993. Modelling the chemical response of a moderately acidified catchment in southern Finland to decreased sulphur deposition. *Aqua Fennica*, vol. 23, no. 2, p. 235-249.

Johansson, M., Kämäri, J., Pipatti, R., Savolainen, I., Tuovinen, J-P. & Tähtinen, M. 1990. Development of an integrated model for the assessment of acidification in Finland. In: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (eds.): *Acidification in Finland*. Berlin, Springer-Verlag. P. 1171-1193.

Järvenpää, T., Kirjavainen, J., Railo, E. & Tulonen, J. Iso Valkjärven kalkituskokeen rapututkimukset. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar (painossa).

Järvinen, M., Rask, M., Kuoppamäki, K., Makkonen, E., Ruuhijärvi, J. & Arvola, L. 1992. Iso Valkjärven kalkituskokeen vesikemialliset ja biologiset tutkimukset. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. S. 35-60. Kalatutkimuksia -Fiskundersökningar 54.

Järvinen, M., Iivonen, P., Kuoppamäki, K. & Rask, M. Neutraloinnin vaikutus Iso Valkjärven fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar (painossa).

Katila, P. 1987. Virkistysalueisiin kohdistuvat arvostukset. Helsinki, ympäristöministeriö. 94 s. Ympäristöministeriö, ympäristön- ja luonnonsuojeluosasto, sarja A 60/1987.

Kortelainen, P. 1993. Contribution of organic acids to the acidity of Finnish lakes. Helsinki, National Board of Waters and the Environment. 48 p. Publications of the Water and Environment Research Institute 13.

Koskiaho, B. 1990. Ohi, läpi ja reunojen yli. Tutkimuksenteon peruskysymyksiä. Helsinki, Gaudeamus.

Kuoppamäki, K. 1993. Effects of liming on crustacean zooplankton in an acidified, artificially divided forest lake in southern Finland. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, vol. 25, p. 529-533.

Kyttä, M. 1991. Ympäristön yksipuolistumisen psyykkiset vaikutukset. Julk.: Santalahti, Oroza, Laakia, Koivusalo ja Hemminki (toim.): *Auto, terveys ja ympäristö*. Helsinki, Gaudeamus. S. 109-116.

Laine, J. & Vasander, H. 1990. Suotyypit. Helsinki, Kirjayhtymä. 80 s.

Lappalainen, A. 1992. Suomalaisten suhtautuminen vesistöjen happamoitumisen torjuntatoimenpiteisiin. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 54, s. 103-126.

- Lappalainen, A., Hildén, M. ja Leinonen, K. 1994. Acidification and recreational fisheries in Finland - A mail survey of potential impacts. *Environmental Management*, vol. 18, no. 6, p. 831-840.
- LaZerte, B.D., Chun, C. & Evans, D. 1988. Measurement of aqueous species: comparison of dialysis and ion-exchange techniques. *Environmental Science and Technology*, vol. 22, p. 1106-1108.
- Leinonen, K. ja Hildén, M. 1991. Choosing the fishing site -factors affecting the decisions of recreational fishermen. Presented at: ICES congress meeting 1991. La Rochelle, France. 11 p.
- Leinonen, K. ja Lehtonen, H. 1992. Virkistyskalastuksen motiivit. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. *Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar* 52, s. 81-101.
- Leinonen, K., Lehtonen, H. ja Hildén, M. 1991. Virkistys- ja kotitarvekalastus Suomessa vuonna 1986. *Suomen kalatalous*, vol. 58, s. 13-17.
- Leskinen, J. ja Matinlompola, R. 1992. Rovaniemen taajama-alueen asukkaiden kalastus vuonna 1990 erityisesti Kemi- ja Ounasjoessa kaupungin lähialueella. Rovaniemi, Lapin kalastuspiiri. 30 s. Tiedotus nro 4.
- Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1991. Critical loads for surface waters, invertebrates and fish (in Norwegian). Oslo, Norwegian Institute for Water Research. Critical Loads Report 19.
- Marcus, M.D. 1988. Differences in pre- and post-treatment water qualities for twenty limed lakes. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 41, p. 279-292.
- Massa, I. 1990. Suunnistus suomalaiseen riskiyhteiskuntaan. Julk.: Suomi 2017. Keskinäinen Henkivakuutusyhtiö Suomi. Jyväskylä, Gummerus. S. 547-576.
- Massa, I. 1991 Suunnistus ympäristösosiologiaan. Kirjassa: Massa, I. & Sairinen (toim.): Ympäristökysymys. Helsinki, Gaudeamus.
- Matilainen, T., Verta, M., Rask, M., Porvari, P. & Korhonen, H. Elohopeatutkimukset Iso Valkjärvellä. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. *Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar* (painossa).
- Meidinger, E. 1986. Discussion: The politics of market mechanisms in US air pollution regulation - Social structure and regulatory culture. In: Schnaiberg, A., Watts, M. & Zimmermann, K. (eds): *Distributional conflicts in environmental-resource policy*. New York, St.Martin's Press. P. 150-175.
- Milbrath, L. W. 1989. *Envisioning a sustainable society learning our way out*. New York, State University of New York Press. 403 p.
- Molot, L.A., Dillon, P.J. & Booth, G.M. 1990. Whole-lake and near-shore water chemistry in Bowland Lake, before and after treatment with  $\text{CaCO}_3$ . *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol. 47, p. 422-431.



Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. ja Leppänen, T. 1992. Vesitutkimuksen näytteenotomenetelmät. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. 69 s. + liites. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja B 10.

Naturvårdsverket 1994. Kalkning av våtmarker. Solna. 20 s. Policydokument.

Neuman, K. 1986. Trends in public opinion on acid rain: A comprehensive review of existing data. Water, Air and Soil Pollution, vol. 31, p. 1047-1059.

Olem, H. 1990. Liming acidic surface waters. Acidic deposition: State of science and technology. Washington, D.C., National Acid Precipitation Assessment Program (NAPAP). 149 p. Report 15.

Porcella, D.B. 1989. Mitigation of acidic conditions in lakes: An overview of an ecosystem perturbation experiment. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, vol. 46, p. 246-248.

Posch, M., Forsius, M. & Kämäri, J. 1993. Critical loads of sulfur and nitrogen for lakes I: Model description and estimation of uncertainty. Water, Air, and Soil Pollution, vol. 66, p. 173-192.

Raddum, G.G., Hobaek, A., Lömsland, E.R. & Johnsen, T. 1980. Phytoplankton and zooplankton in acidified lakes in Southern Norway. In: Dradlós, D. & Tollan, A. (eds.): Proceedings International Conference on Ecological Impact of Acid Precipitation. Oslo-Ås, SNSF project. P. 332-333.

Raitaniemi, J. & Rask, M. 1990. Preliminary observations on the effects of liming to the fish populations of small acidic lakes in southern Finland. Aqua Fennica, vol. 20, p. 115-123.

Raitaniemi, J., Rask, M. & Vuorinen, P.J. 1988. The growth of perch, *Perca fluviatilis* L., in small Finnish lakes at different stages of acidification. Annales Zoologici Fennici, vol. 25, p. 209-219.

Raitaniemi, J., Rask, M., Järvinen, A. ja Nyberg, K. 1992. Kalakantojen kehitys Etelä-Suomen pienissä happamoituneissa järvissä kalkituksen jälkeisinä vuosina. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 54, s. 85-102.

Rask, M. & Arvola, L. 1985. The biomass and production of pike, perch and whitefish in two small lakes in southern Finland. Annales Zoologici Fennici, vol. 22, p. 129-136.

Rask, M. & Tuunainen, P. 1990. Acid-induced changes in fish populations of small Finnish lakes. In: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (eds.): Acidification in Finland. Berlin, Springer-Verlag. P. 911-927.

Rask, M., Järvinen, M., Kuoppamäki, K., Makkonen, E., Munster, U. & Pöysä, H. Neutraloinnin vaikutukset Iso Valkjärven ekosysteemin rakenteeseen ja toimintaan kolmen vuoden aikana. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar (painossa).

Ruohonen, I. 1988. Totuuden tulkintaa - geertziläisiä näköaloja kulttuurien tulkintaan. Suomen Antropologi, vol. 13, no. 4, s. 2-10.



Ruotsala, H. 1992. Oulujoen vesistön rakentamisen ja säännöstelyn sosiokulttuuriset vaikutukset. Helsinki, Valtion painatuskeskus. Imatran Voima Oy:n tutkimusraportteja.

Røgeberg, E.J.S. & Henriksen, A. 1985. An automatic method for fractionation and determination of aluminium species in fresh waters. *Vatten*, vol. 41, p. 48-53.

Salonen, K., Järvinen, M., Kuoppamäki, K. & Arvola, L. 1990. Effects of liming on the chemistry and biology of a small acid humic lake. In: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (eds.): *Acidification in Finland*. Berlin, Springer-Verlag. P. 1145-1167.

Savolainen, R. ja Kellomäki, S. 1981. Metsän maisemallinen arvostus. *Acta Forestalia Fennica*, vol. 170. 74 s.

Sievänen, T. 1992. Aulangon ja Ahveniston ulkoilualueiden käyttö ja kävijät. Helsinki, metsäntutkimuslaitos. 70 s. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 415.

Stenson, J.A.E., Svensson, J.-E. & Cronberg G. 1993. Changes and interactions in the pelagic community in acidified lakes in Sweden. *Ambio*, vol. 22, p. 277-282.

Stumm, W. & Morgan, J.J. 1981. *Aquatic chemistry*. New York, John Wiley. 780 p.

Sverdrup, H. 1984. Lake liming. *Chemical Scripta*, vol. 22, no. 1, p. 8-14.

Sverdrup, H. 1985. Calcite dissolution kinetics and lake acidification mitigation. Lund, Lund Institute of Technology. 169 p. Doctoral thesis.

Sverdrup, H. & Bjerle, I. 1983. The calcite utilization efficiency and the long-term effect of alkalinity in several Swedish lake liming projects. *Vatten*, vol. 39, p. 41-54.

Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Forssa, Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy. 278 s.

Tuunainen, P., Vuorinen, P.J., Rask, M., Järvenpää, T. & Vuorinen, M. 1986. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin. Raportti vuodelta 1985. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. S. 1-39. Monistettuja julkaisuja 50.

Tuunainen, P., Vuorinen, P.J., Rask, M., Järvenpää, T. & Vuorinen, M. 1987. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin. Raportti vuodelta 1986. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 72 s. Monistettuja julkaisuja 67.

Tuunainen, P., Vuorinen, P.J., Rask, M., Järvenpää, T. & Vuorinen, M. 1988. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin. Raportti vuodelta 1987. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 103 s. Monistettuja julkaisuja 84.

Tuunainen, P., Vuorinen, P.J., Rask, M., Järvenpää, T., Vuorinen, M., Niemelä, E., Lappalainen, A., Peuranen, S. & Raitaniemi, J. 1991. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin. Loppuraportti. *Suomen Kalatalous* 57. 44 s.

Verta, M. 1990. Changes in fish mercury concentrations in an intensively fished lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol. 47, p. 1888-1897.

Wallenius, M. 1991. Ympäristö ja toimiva ihminen. Julk.: Pakarinen, T., Vilkkä, L. & Luukkanen, E. (toim.): Näkökulmia yhteiskuntatieteelliseen ympäristötutkimukseen. Tampere, Tampereen yliopisto. *Acta Universitatis Tamperensis*, Ser B, vol. 27. S. 77-92

Wright, R.F. 1985. Chemistry of Lake Hovvatn, Norway, following liming and reacidification. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol. 42, p. 1103-1113.

Yan, N.D. 1983. Effects of changes in pH on transparency and thermal regimes of Lohi Lake, near Sudbury, Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol. 40, p. 621-626.

## LIITE 1/1

## LIITE 1. POSTIKYSELYTUTKIMUKSEN KYSELYLOMAKE

Nokian kaupungin ympäristön-  
suojelutoimisto

Riista- ja kalatalouden  
tutkimuslaitos

1. Vastaaajan (lomakkeensaajan) syntymävuosi 19\_\_\_\_.

Sukupuoli ☐ 1. Mies ☐ 2. Nainen

2. Vuonna 1992 ruokakuntaanne kuului yhteensä \_\_\_\_\_ henkilöä,  
joista alle 15 vuotiaita \_\_\_\_\_ henkilöä.

3. Harrastitko itse vuoden 1992 aikana seuraavia ulkoilmaharrastuksia?  
Ympyröi jokaisen harrastuksen kohdalla  
oikea vaihtoehto.

En ker- taakaan	alle 10 kertaa	10- 20 vuodessa	yli 20
--------------------	----------------------	-----------------------	-----------

Metsästys .....	1	2	3	4
Kalastus tai ravustus .....	1	2	3	4
Marjastus tai sienestys .....	1	2	3	4
Muu oleskelu tai liikkuminen luonnossa ...	1	2	3	4

4. Harrastitko itse vuoden 1992 aikana seuraavia toimintoja  
nimenomaan Nokian Alisenjärvellä?

En ker- taakaan	alle 10 kertaa	10- 20 vuodessa	yli 20
--------------------	----------------------	-----------------------	-----------

Kävely, hiihto tai muu ulkoilu Alisenjärven läheisyydessä .....	1	2	3	4
Kalastus Alisenjärvellä.....	1	2	3	4
Uiminen Alisenjärvessä.....	1	2	3	4
Melonta tai soutelu Alisenjärvellä.....	1	2	3	4
Oleskelu Alisenjärven rannoilla ole- vien erilaisten yhteisöjen mökeillä tai alueilla (esim. saunominen tms.) ...	1	2	3	4
Muu Alisenjärveen liittyyvä toiminta. Mikä? _____ ...	1	2	3	4

Kenen kanssa harrastaminen Alisenjärvellä useimmiten tapahtui?

☐ 1. yksin ☐ 2. lasten kanssa ☐ 3. puolison, ystävien tai  
muiden tuttujen kanssa

5. Kalastittekko itse tai joku muu ruokakuntaanne kuuluva henkilö Nokian Alisenjärvellä vuoden 1992 aikana?

- ☐ 1. Kyllä, ja sai saalista, ☐ 2. Kyllä, mutta ei saanut saalista  
☐ 3. Ei, siirry suoraan kysymykseen 6.

Kalastukseen osallistui ruokakunnastanne \_\_\_\_\_ henkilöä, joista  
 alle 15 vuotiaita \_\_\_\_\_ henkilöä.

Ruokakuntanne käyttämät pyydykset ja yhteenlasketut saaliit Alisenjärvellä vuonna 1992. Ilmoita saalis kilogrammoina, ja arvioi, kuinka  
 kuinka monena päivänä kukin pyydystyyppi oli yhteensä käytössä.

Pyydystyyppi Kalastus- Kokonaissaalis (kg) vuonna 1992  
 päivien  
 lukum. Ahven Hauki Särki Kiiski Siika Muu

01 Onkivapa							
02 Pilkkivapa							
03 Heittovapa							
04 Katiska							
05 Verkko							
06 Muu pyydys							

6. Seuraavassa on esitetty joukko väitteitä Nokian Alisenjärvestä.  
 Ympyröi jokaisen väitteen kohdalla mielestäsi sopivin vaihtoehto.

	täysin samaa mieltä	osittain samaa mieltä	en osaa sanoa	osittain eri mieltä	täysin eri mieltä
1. Alinenjärvi on erityisen luonnonkaunis ..	1	2	3	4	5
2. Alinenjärvi on sijaintinsa takia (lähellä taajamaa) liian rauhaton .....	1	2	3	4	5
3. Alinenjärvi soveltuu erinomaisesti ulkoiluun ja muuhun virkistyskäyttöön ...	1	2	3	4	5
4. Alinenjärvi rantoineen on luonnoltaan rikas ja monipuolinen .....	1	2	3	4	5
5. Vesistönä Alinenjärvi on useimpiin virkistyskäyttömuotoihin liian pieni ....	1	2	3	4	5

## LIITE 1/3

7. Tampereen seudulla on useita pieniä metsäjärviä, jotka ovat ilman-saasteiden takia viime vuosikymmeninä happamoituneet. Yksi näistä järivistä on Nokian Alinenjärvi, josta happamoitumiselle herkimmat lajit, särki ja rapu, ovat katoamassa. Muita kalalajeja happamoituminen ei ole haitannut. Happamoituminen ei vaikuta millään tavalla esim. järven uimakelpoisuuteen.

Happamoitumista voidaan tilapäisesti torjua kalkitsemalla vesistö muutaman vuoden välein. Alisenjärven yksi kalkituskerta tulisi mak samaan yhteensä noin 20 000 markkaa. Alisenjärvi kalkittiin tutkimus-tarkoituksessa keväällä 1992.

Miten suhtaudut ehdotukseen, jonka mukaan Alisenjärven kalkituksia jatkettaisiin myös tulevaisuudessa. Rahat kalkituksiin saataisiin Nokian kaupungin asukkailta kerättävällä pienellä maksulla.

- ☐ Kannatan Alisenjärven kalkitusten jatkamista, kustannuksista huolimatta.
- ☐ En kannata.
- ☐ En osaa sanoa.

8. Jos Alisenjärven kalkituksia jatketaan, miten tärkeänä pidät seuraavia tavoitteita? Ympyröi jokaisen tavoitteen kohdalla mielestäsi sopivin vaihtoehto.

	erittäin tärkeää	melko tärkeää	en osaa sanoa	ei ollenkaan tärkeää
1. Alisenjärven särkikantojen säilyttäminen ...	1	2	3	4
2. Rapukantojen mahdollinen elpyminen .....	1	2	3	4
3. Yleensäkin Alisenjärven ja sen eliöstön (kasvit ja eläimet) säilyttäminen mahdolli- simman luonnontilaisena ja alkuperäisenä ...	1	2	3	4

9. Seuraavana on joukko ympäristöasioihin liittyviä väittämiä. Ympyröi jokaisen väittämän kohdalla se vaihtoehto, joka vastaa parhaiten omaa käsitystäsi asiasta.

	täysin samaa mieltä	osittain samaa mieltä	en osaa sanoa	osittain eri mieltä	täysin eri mieltä
1. Yksityisellä ihmisellä on paljon vaikutusmahdollisuuksia ympäristökysymyksissä..	1	2	3	4	5
2. Jokainen kansalainen voi omalla käyttäytymisellään vaikuttaa merkittävästi ympäristön tilaan .....	1	2	3	4	5
3. Todella tärkeät ympäristöä koskevat päätökset tehdään kaukana tavallisesta kansalaisesta .....	1	2	3	4	5

KYSYMYKSET JATKUUT SEURAAVALLE SIVULLE ...

EDELLISEN SIVUN KYSYMYS JATKUU ...	täysin samaa mieltä	osittain samaa mieltä	en osaa sanoa	osittain eri mieltä	täysin eri mieltä
4. Suurten teollisuuslaitosten ympäristö- normeja tulisi kiristää, vaikka se voi- si hidastaa yritysten tuotannon kasvua ...	1	2	3	4	5
5. Taloudellisen laman aikana ympäristönsuo- jeluun suunnattuja varoja tulisi käyttää muuhun kuin ympäristönsuojeluun .....	1	2	3	4	5
6. Olen valmis maksamaan enemmän ympäristöä säästävistä tuotteista kuin tavallisista kulutustavaroista .....	1	2	3	4	5
7. Kalkitus olisi parempi hoitokeino Alisen- järvelle kuin esimerkiksi kalaistutukset happamoitumista kestäväillä lajeilla (esim. siikaistutukset).....	1	2	3	4	5
8. Alisenjärven veden happamoituminen ei ole haitannut millään tavalla minua .....	1	2	3	4	5
9. Alisenjärvi tulisi kalkita uudestaan vasta siinä vaiheessa kun mahdolliset happamoitumisen oireet tulevat selvästi havaittaviksi ja haittaavat selvästi järven käyttöä .....	1	2	3	4	5
10. Kalkitusten tulisi olla Alisenjärvellä luonnollinen hoitotoimenpide, joka tois- tettaisiin säännöllisesti jo paljon ennen kuin mahdollisia oireita havaitaan .....	1	2	3	4	5

10. Oletko saanut tiedotusvälineistä mielestäsi tarpeeksi Alisenjärven  
tilaa koskevaa tietoa?

☐ 1. Kyllä ☐ 2. En ole saanut.

Minkälaista tietoa olet mahdollisesti jäänyt kaipaamaan?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. Lisätietoja, toivomuksia yms.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

KIITOS AVUSTASI!

## VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA - sarja A

83. Vesihuoltolaitokset 31.12.1988 ja 31.12.1989. Helsinki 1992.
84. Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Paleolimnologinen tutkimus metsäojituksen ja -lannoituksen vesistövaikutuksista Juupajoen Kalliojärvässä. Helsinki 1992.
85. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vedet. Helsinki 1991.
86. Roila, Tuija: Pienvesien happamoitumisen seuranta vuosina 1979 - 1989.  
Roos, Jaana: Puskurikapasiteetin muutokset eräissä pienjärvisissä vuosien 1937 - 48 ja 1988 välillä. Helsinki 1992.
87. Ollikainen, Minna: Karjalan Pyhäjärven tila 1980-luvulla sedimentin piilevien ilmentämänä. Helsinki 1992.
88. Lepistö, Liisa: Planktonlevien aiheuttamat haitat. Helsinki 1992.
89. Rantakangas, Jorma: Perkauksen aiheuttaman kiintoainevirtaaman ennakointi. Helsinki 1992.
90. Kaijalainen, Erkki (toim.): Sonkajärven reitin vesien käytön yleissuunnitelma. Helsinki 1992.
91. Salo, Simo: The fate of chemicals spilled on water. A literature review of physical and chemical processes. Helsinki 1992.
92. Mäkirinta, Urho & Tolonen, Pasi: Vaalan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana. Helsinki 1992.
93. Mäkirinta, Urho: Muutoksia Alavetelin Isojärven kasvillisuudessa 1973 - 1981. Helsinki 1992.
94. Nakari, Tarja: Porvoon edustan merialueen meriveden vaikutuksista sumpputettujen ja luonnonkalojen elintoimintoihin. Helsinki 1992.
95. Torpström, Heikki & Lappalainen, Matti: Järvien biomanipulaation perusteita ja käytännön mahdollisuuksia. Helsinki 1992.
96. Salonen, Seija; Frisk, Tom; Kärmeniemi, Tellervo; Niemi, Jorma; Pitkänen, Heikki; Silvo, Kimmo & Vuoristo, Heidi: Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä - vaikutusten arviointi. Helsinki 1992.
97. Assmuth, Timo; Strandberg, Tapio; Joutti, Anneli & Kalevi, Kirsti: Kemiallisesti saastuneiden maa-alueiden tutkimusmenetelmät. Helsinki 1992.
98. Kivimäki, Anna-Liisa: Tekopohjavesilaitokset Suomessa. Helsinki 1992.
99. Tanninen, Risto: Arvot ja asenteet Pyhäjoen vesiensuojelusuunnittelussa. Helsinki 1992.
100. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitin vene- ja retkisatamasuunnitelma. Helsinki 1992.
101. Eloheimo, Karri: Veneily ja sen ympäristövaikutukset. Helsinki 1992.
102. Sytyke 16. Sannholm, Gun & Söderström, Mirja: Entsyymikäsittelyn merkitys sulfaattimassan valkaisussa. Helsinki 1992.
103. Sytyke 9. Raitio, Laura: Siistausprosessin ympäristökuormitus. Helsinki 1992.
104. Sytyke 17. Jantunen, Esko: Jätevesipäästötön paperitehdas. Helsinki 1992.
105. Sytyke 10. Lehtinen, K.-J. & Tana: Effects in mesocosms exposed to effluents from bleached hardwood kraft pulp mill. Helsinki 1992.
106. Hudd, Richard; Toivonen, Anna-Liisa & Wistbacka Ralf: Malax å fiskeriutredning. Helsinki 1992.
107. Rontu, Mika: Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Helsinki 1992.
108. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitti - Kansallisvesi. Helsinki 1992.
109. Sytyke 11. Junttila, Vesa: Sellutehtaan ympäristökuormitusten pienentäminen ja hallinta uudella tehdaslayoutilla. Helsinki 1992.
110. Sytyke 20. Kara, Mikko: Natrium- ja rikkitaseen säätömahdollisuuksia suomalaisessa sellutehtaassa. Helsinki 1992.
111. Kauppi, Marja: Repoveden alueen vesistöjen perusselvitys. Helsinki 1992.
112. Lindholm, Tapio (toim.): Sukkessiotutkimusten tuloksia Suomen ja SNTL:n luonnonsuojelualueilta. Helsinki 1992.
113. Sytyke 2. Hatakka, Annele; Valo, Marjatta & Lankinen, Pauliina: Puunjalostusteollisuuden jätevesien käsittely valkolahosienillä ja niiden entsyymeillä. Helsinki 1992.
114. Sytyke 19. Krogerus, Mårten & Hynninen, Pertti: Sellu- ja paperiteollisuuden päästöjen käsittelyvaihtoehdot ja kustannukset. Helsinki 1992.
115. Hyvärinen, Pekka; Salojärvi, Kalervo; Pushkin, Sergei & Ahonen, Mikko: Kalojen vaellus Oulujärvestä Oulujokeen. Helsinki 1992.
116. Ettala, Matti & Koskela, Juhani: Kloorifenolipitoisten pohjavesien käsittely aktiivihiihluodatuksella ja aktiivilietemenetelmällä. Helsinki 1992.

117. Sytyke 6. Myrén, Bertel: Suomen metsäteollisuuden tila vuonna 1995. Helsinki 1992.
118. Lyly, Olavi: Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Helsinki 1992.
119. Sytyke 21. Laxén, Torolf: Organosolvkeitot. Helsinki 1992.
120. Sytyke 4. Pere, J; Thun, R; Alén, R; Kyllönen, H & Viikari, L: Metsäteollisuuden jäteliitteet. Helsinki 1992.
121. Vesihuoltolaitokset 31.12.1990. Helsinki 1992.
122. Sytyke 14. Siitonen, Heikki; Wartiovaara, Jyrki & Kasanen, Pirkko: Sellu- ja paperitehdas-integraatin ympäristönsuojelutoimien hyötyjen ja haittojen arviointi - casetutkimus. Helsinki 1992.
123. Sytyke 22. Malinen, Raimo: Skenaarioanalyysi massan valmistuksen kehitysvaihtoehtoista. Helsinki 1992.
124. Sytyke 22A. Vasara, Petri: Skenaarioiden tuottaminen ja analyysi massanvalmistukselle Suomessa 1995 - 2010. Helsinki 1992.
125. Törrtö, Heli; Kaakinen, Eero & Alasaarela, Erkki: Ympäristövaikutusten arviointi aluehallinnossa - esimerkkinä Oulun lääni. Helsinki 1992.
126. Ekholm, Matti: Suomen vesistöalueet. Helsinki 1992.
127. Aura, Erkki; Puustinen, Markku; Virtanen, Seija; Mikkola, Hannu; Luoma, Tarmo & Peltomaa, Rauno: Salaojitusmenetelmien vertailu Zaitsevon kenttäkokeessa. Helsinki 1992.
128. Sytyke 15. Puustinen, Jukka: Ravinteiden käytön optimointi metsäteollisuuden aktiivilietelaitoksissa.  
Sytyke 3. Lammi, Reino & Pakarinen, Kauko: Typpiravinnelisäyksen vaikutus sellutehtaan aktiivilietelaitoksen toimintaan. Helsinki 1993.
129. Seppälä, Jyri: Ympäristöriskianalyysi teollisuudessa. Helsinki 1992.
130. Sytyke 18. Pihlaja, Kalevi (koordinaattori): Valkaistua sulfaattisellua valmistavan tehtaan jätevesien orgaanisen aineen hajoaminen ja ympäristövaikutukset. Helsinki 1993.
131. Lax, Hans-Göran; Koskenniemi, Esa; Sevola, Pertti & Bagge, Pauli: Tenojoen pohjaeläimistö ympäristön laadun kuvaajana. Helsinki 1993.
132. Sytyke 12. Kauppinen, Jyrki: Metsäteollisuuden hajuaineiden analytiikka ja seuranta. Helsinki 1993.  
Sytyke 5. Välttilä, Olli: Biolietteen poltto.
133. Sytyke 10A. Lehtinen, K-J: Ecological impact of pulp mill effluents. Helsinki 1993.
134. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Operatiivinen ajelehtimis- ja kulkeutumismalli merialueille.
135. Nystén, Taina: Kärkölän likaantuneen pohjavesialueen geologia ja matemaattinen mallintaminen. Helsinki 1993.
136. Vesihuoltolaitokset 1991. Helsinki 1993.
137. Ullvén, Johanna: Simpukoiden soveltuvuudesta kloorifenolien tutkimiseen murtovedessä. Helsinki 1993.
138. Peura, Pekka: Happamoituminen Merenkurkun pienissä järvissä.  
Peura, Pekka: Försurning av småsjöarna i Norra Kvarken. Helsinki 1993
139. Huttunen, Leena & Soveri, Jouko: Luonnontilaisen roudan alueellinen ja ajallinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1993.
140. Kaatra, Kai & Marttunen, Mika (toim.): Oulujoen vesistön säännöstelyjen kehittämisselvitykset. Helsinki 1993.
141. Suomela, Tapani: Tuusulan kunnan Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelma. Helsinki 1993.
142. Kauppi, Lea (toim.): Itäisen Suomenlahden lintukuolemat keväällä 1992. Helsinki 1993.
143. Lahti, Kirsti; Lepistö, Liisa; Niemi, Jorma & Färdig, Michael: Eri vesilaitosten tehokkuus levien ja erityisesti syanobakteerien poistossa. Helsinki 1993.
144. Koskimies, Pertti: Population sizes and recent trends of breeding birds in the nordic countries. Helsinki 1993.
145. Alasaarela, Erkki; Hellsten, Seppo; Keränen, Reijo; Kurttila, Terttu & Riihimäki, Juha: Säännöstelyjen järvien rantojen kunnostuksen ja hoidon periaatteet - esimerkkinä Oulujoen vesistö. Helsinki 1993.
146. Korkka-Niemi, Kirsti; Sipilä, Annika; Hatva, Tuomo; Hiisvirta, Leena; Lahti, Kirsti & Alftan, Georg: Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Helsinki 1993.
147. Ruonala, Seppo (toim.): SYTYKE-ohjelman projektien yhteenvedot. Helsinki 1993.
148. Ruonala, Seppo (red.): Sammandrag av projekten i programmet SYTYKE. Helsinki 1993.
149. Ruonala, Seppo (ed.): Summaries of SYTYKE-projects. Helsinki 1993.



150. Niinioja, Riitta: Lietelannan levitys ja ravinteiden huuhtoutuminen. Helsinki 1993.
151. Hynninen, Pekka (toim.): Pyhäjoen vesiensuojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1993.
152. Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri: Pohjois-Karjalan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Helsinki 1993.
153. Rathmayer, Hans & Juvankoski, Markku: Tiivistemattoina käytettävät geomembraanit - toiminta-vaatimukset ja materiaalinvalintakriteerit. Helsinki 1993.
154. Vertanen, Suvi: Elinkaarianalyysi ja pakkaukset. Helsinki 1993.
155. Ahtela, Irmeli: Porvoon edustan merialueen tila vuosina 1985 - 1991. Helsinki 1993.
156. Mroueh, Ulla-Maija: Orgaanisten liuotteiden käyttö Suomessa. Helsinki 1993.
157. Hudd, Richard; Leskelä, Ari & Kjellman, Jakob: Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980 - 1990. Helsinki 1993.
158. Hottola, Petri : Lintuvesiohjelma puntarissa - Linnustوسelvitys Pohjois- Karjalan lintujärvillä. Helsinki 1993.
159. Luther, Annika: Muurahaiset ympäristön seurannassa. Kirjallisuusselvitys. Helsinki 1993.
160. Haatainen, Susanna; Hammar, Taina; Huovila, Juhani; Lahti, Erkki; Oksman, Heikki; Punju, Pirjo & Taipainen, Irmeli: Hyalotheca dissiliens -koristelevän runsastumisen syistä Rautalammin reitillä. Helsinki 1993.
161. Turun vesi- ja ympäristöpiiri: Kiskonjoen luonnontaloudellinen kehittämissuunnitelma. Helsinki 1993.
162. Porvari, Petri; Verta, Matti: Elohopea ympäristössä ja tekoaltaissa - kirjallisuuskatsaus ja arvio Vuotoksen tekoaltaan hauen elohopeapitoisuuden kehittymisestä. Helsinki 1993.
163. Grönroos, Juha: Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen. Vähentämismenetelmien arviointitutkimus. Helsinki 1993.
164. Heikkinen, Onni (toim.): Oulujärven vesiensuojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1993.
165. Reuna, Marja, Perälä, Jaakko ja Aitamurto, Seppo: Lumen aluevesiarvoja Suomessa vuosina 1946 - 1993. Helsinki 1993.
166. Madekivi, Olli: Alusten aiheuttamien aaltojen ja virtausten ympäristövaikutukset. Helsinki 1993.
167. Shuibo, Pan (ed.) & Loukola, Erkki (ed.): Chinese-Finnish cooperative research work on dam break hydrodynamics. Helsinki 1993.
168. Vesihuoltolaitokset 1992. Helsinki 1993.
169. Virkanen, Juhani; Heikkilä, Raimo; Lindholm, Tapio: Kerrossammalten (*Hylocomium splendens*) raskasmetallipitoisuudet Kuhmossa 1989. Helsinki 1994.
170. Vuori, Kari-Matti: Hydropsychidae-heimon vesiperhostoukat ympäristökuormituksen mittareina virtaavissa vesissä. Helsinki 1993.
171. Keränen, Saara & Kokko Aira: Pesosjärven yhdenntetyn seurannan alueen kasvillisuus vuosina 1989 ja 1990. Helsinki 1993.
172. Kärkkäinen, Sirpa: Kolin alueen lehdot. Helsinki 1994.
173. Marttunen, Mika & Hiedanpää, Juha: Etutahojen suhtautuminen Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen tulvasuojeluun. Helsinki 1994.
174. Krogerus, Kirsti & Bilaletdin, Ämer: Kyrösjärven, Parkanonjärven ja Jämijärven vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1994.
175. Rutanen, Ilpo: Etelä-Suomen vanhojen metsien kovakuoriaiset I. Helsinki 1994.
176. Rönkkömäki, Mauno: Hydrologisten mallien käyttö turvetuotantoalueiden vesiensuojelutekniikan kehittämisessä. Helsinki 1994.
177. Lindholm, Tapio & Airaksinen, Outi (toim.): Talaskankaan metsä- ja suoalueen luonnonsuojeluintoinnit. Helsinki 1994.
178. Dahlbo, Helena: Kiinteän yhdyskuntajätteen metallivirrat – tutkimuksen kokeellinen osa ja yhteen-veto. Helsinki 1994.
179. Sandman, Olavi; Kauppi, Lea & Tossavainen, Tarmo: Metsäojitusten ja -lannoitusten aiheuttamien ravinnehuuhtoutumien pidätyminen järvikerrostumiin.  
Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Metsätalouden pitkäaikaiset vaikutukset suurissa järvissä, Kuhmon Änättijärven ja Lentuan sedimenttitutkimus. Helsinki 1994.
180. Lapin vesi- ja ympäristöpiiri: Lapin vesistöt ja ympäristö 1990-luvulla. Lapin vesien käytön, hoidon ja suojelun kehittämissuunnitelma. Helsinki 1994.
181. Malve, Olli; Ekholm, Petri; Kirkkala, Teija; Huttula, Timo & Krogerus, Kirsti: Säkylän Pyhäjärven virtaukset, ravinnekuormitus ja rehevyystaso. Helsinki 1994.

182. Kaila-Kangas, Leena; Kangas, Risto & Piirainen, Helena: Ympäristöasennebarometri. Helsinki 1994.
183. Vertanen, Päiviö & Viitasaari, Sauli: Nahanvalmistuksen jätehuolto ja jätevesien käsittely. Helsinki 1994.
184. Repo, Maire & Hämäläinen, Maria-Leena (toim.): Teollisuuden vesitilasto 1992. Helsinki 1994.
185. Valovirta, Ilmari & Heino, Mikko: Maanilviäiset ympäristön tilan seurannassa. Helsinki 1994.
186. Jämsen, Minna: Tekojärvien ja padottujen jokisuvantojen vaikutus Kalajoen veden laatuun. Helsinki 1994.
187. Kemikaalihojelmatyöryhmä: Kemikaalien aiheuttamien ympäristöriskien hallinta. Vesi- ja ympäristöhallituksen toimintaohjelma. Helsinki 1994.
188. Mononen, Paula & Lozovik, Peter (toim.): Acidification of inland waters. Helsinki 1994.
189. Verta, Matti (toim.): Happikemikaalien käyttöön perustuvan massanvalkaisun ympäristövaikutuksia. Helsinki 1994.
190. Manninen, Pertti; Kivinen, Jarmo & Julkunen, Markku: Hyalotheca dissiliens -koristelevän aiheuttama pyydysten limoittuminen ja levän esiintyminen Mikkelin läänissä. Helsinki 1994.
191. Sulkakoski, Mikko: Humukseen sitoutuneen raudan poisto pohjavedestä biosuodatuksella. Helsinki 1994.
192. Vesihuoltolaitokset 1993. Helsinki 1994.
193. Heikkinen, Kaisa; Ihme, Raimo & Lakso, Esko: Ravinteiden, orgaanisten aineiden ja raudan pidätykseen johtavat prosessit pintavalutuskentällä. Helsinki 1994.
194. Kullberg, Jaakko: Päiväperhosten käyttö ympäristön seurannassa. Helsinki 1994.
195. Reuna, Marja & Aitamurto, Seppo: Sadannan aluearvoja ja aluearvojen toistuvuuksia Suomessa vuosina 1911–1993. Helsinki 1994.
196. Rutanen, Ilpo: Metsäpallon vaikutuksesta kovakuoriaislajistoon Patvinsuon kansallispuistossa. Helsinki 1994.
197. Korhonen, Iris: Luonnon monimuotoisuus, in-situ -suojelu ja kansainvälinen oikeus – Alue-suojelun kansainväliset ulottuvuudet. Helsinki 1994.
198. Puustinen, Markku; Merilä, Eero; Palko, Jukka & Seuna, Pertti: Kuivatustila, viljelykäytäntö ja vesistökuormitukseen vaikuttavat ominaisuudet Suomen pelloilla. Helsinki 1994.
199. Merilä, Eero: Suomen peltöjen peruskuivatuksen tila ja tarve. Helsinki 1995.
200. Perkkio, Simo; Huttula, Erkki & Nenonen Marjaleena: Simojoen vesistön vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1995.
201. Marttunen, Mika & Kaatra, Kai (toim.): Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen alaosan tulvasuojelun vaikutusten arviointiselostus. Helsinki 1995.
202. Joensuu, Elina & Laiho, Pasi: Ilman laadun seuranta Turun ja Porin läänissä. Helsinki 1995.
203. Reuna, Marja & Aitamurto, Seppo: Tilastotietoja vedenkorkeuden vaihteluista Suomessa. Helsinki 1995.
204. Iivonen, Pasi & Kenttämies, Kaarle: Happamoituneiden vesistöjen kalkitus Suomessa. Helsinki 1995.
205. Ekholm, Petri; Posch Maximilian & Rekolainen, Seppo: Accuracy and precision of annual nutrient load estimates from Nordic rivers. Helsinki 1995.
206. Nakari, Tarja: Kalojen sisäisten biologisten rytmien ja vuodenajan merkitys toksisuustutkimuksissa. Helsinki 1995.
207. Heikkilä, Hanna: Finnish-Karelian symposium on mire conservation and classification. Helsinki 1995.
208. Puustinen, Jukka; Jørgensen, Kirsten, S; Strandberg, Tapio & Suortti, Anna-Mari: Bioremediation of oil contaminated soil from service stations. Helsinki 1995.
209. Nieminen, Hanna: Kotitalousjätteen keräys ja kuljetus. Helsinki 1995.
210. Heikkinen, Risto & Husa, Jukka: Luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaat kallioalueet. Helsinki 1995.
211. Viikinkoski, Kari & Hynninen, Pekka (toim.): Liminganlahden vesistöalueen vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1995.
212. Yrjänä, Timo: Entisten uittojokien kunnostaminen – esimerkkinä Iijoen vesistö. Helsinki 1995.
213. Valve, Helena: Maatalouspolitiikan suunnittelukäytännöt ja ympäristövaikutusten arvioinnin kehittäminen. Helsinki 1995.

214. Talvitie, Jussi (toim.): Virtaavien vesien kalkitusasemien automatisointi. Helsinki 1995.
215. Rutanen, Ilpo: Etelä-Suomen vanhojen metsien kovakuoriaiset II. Helsinki 1995.



**J**ärvien ilmaperäinen happamoituminen on noussut yhdeksi keskeisistä ympäristöongelmista maassamme. Happamoitumisen oireita voidaan hoitaa järviä kalkitsemalla, mistä Ruotsissa on jo pitkät perinteet. Suomessa kalkitukseen on suhtauduttu pidättyvämmiin. Valtakunnallisen neutralointistrategian luomiseksi vesi- ja ympäristöhallinnossa tehtiin laaja neutralointiselvitys, jonka tärkeimpiin case study -järviin kuului Nokian Alinenjärvi.

**A**linenjärvi on aikanaan happamoitunut ilmaperäisen kuormituksen takia niin pitkälle, että järven eliöstö on huomattavasti kärsinyt. Paikalliset päästöt ovat kuitenkin vähentyneet ja edellytykset järven hoidolle ovat siten olemassa.

**S**elvityksessä tutkittiin kalkituksen vaikutuksia Alisenjärven veden laatuun, planktoniin, kaloihin ja rapuihin. Selvitykseen kuului myös sosioekonominen osa, jossa keskeisenä teemana oli järven virkistyskäyttö ja alueen asukkaiden suhtautuminen järvikalkitukseen.